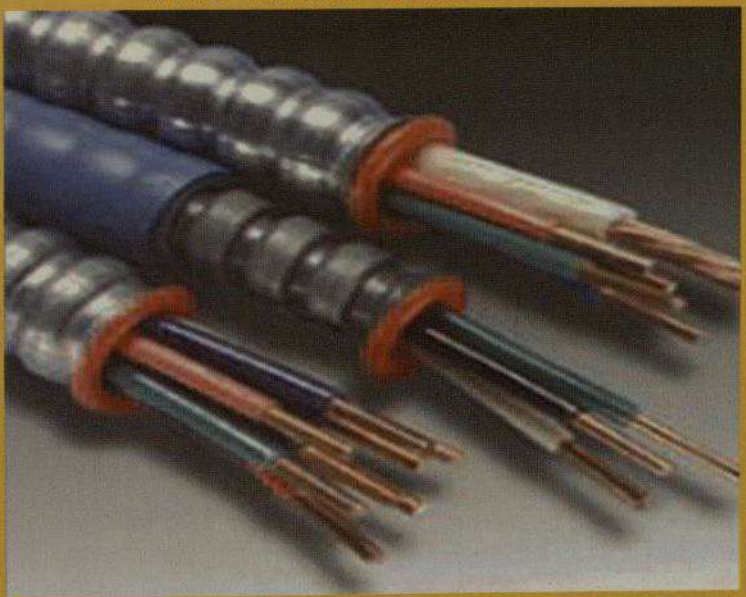
SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH

điện

TĂNG VĂN MÙI - TRẦN DUY NAM



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRẦN DUY NAM - TĂNG VĂN MÙI

SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH

ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN

TRẦN DUY NAM - TĂNG VĂN MÙI

Chịu trách nhiệm xuất bản: PHẠM NGỌC KHÔI
Biên tập: PHẠM THỊ MAI
Trình bày: KHÁNH THÀNH

Liên kết xuất bản.
CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN
96/7 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM
ĐT : 08 39901846 - Fax : 08 39971765

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC Và KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

In1000 cuốn khổ (14 X 20.5Cm) tại xưởng in Cty cổ phần Văn Hóa Vạn Xuân.Theo số đăng ký 384 - 2013/ CXB/223 -20/KHKT. *Ngày 27/03/2013.Số 26/QĐXB -NXBKHKT.Cấp ngày 08/04/2013. In xong nộp lưu chiểu tháng 05 năm 2013.*

Giới thiệu

Sử dụng điện vốn dĩ là công việc nguy hiểm, đặc biệt là ở các điện áp dây thông dụng. Sử dụng điện thiếu thận trọng có thể dẫn đến bị điện giật hoặc hỏa hoạn. Do đó, nhiều tiêu chuẩn điện đã được ban hành, thông dụng nhất là Tiêu chuẩn quốc tế (IEC) và Tiêu chuẩn điện quốc gia Hoa Kỳ (NEC).

Cuốn sổ tay này được viết theo tiêu chuẩn NEC.

Yêu cầu thực hành đầu tiên của NEC là mọi công việc phải được thực hiện một cách "rõ ràng và thành thục". Nghĩa là người lắp đặt phải được cảnh báo, nhắc nhở, và thông tin đầy đủ. Với tư cách là người lắp đặt trang thiết bị nguy hiểm, điều quan trọng là bạn phải duy trì sự chú tâm đối với những người sẽ vận hành hệ thống do bạn lắp đặt.

Nhờ các quy định nghiêm ngặt, sự huấn luyện tốt, và sự tuân thủ triệt để, các tai nạn điện đã giảm rõ rệt. Tuy nhiên, chúng vẫn còn xảy ra, và hầu hết những người làm việc trong lĩnh vực này một thời gian đều có thể nhớ lại những vụ hỏa hoạn nghiêm trọng bắt đầu từ một sai lầm trong việc thi công hệ thống dây điện.

Với tư cách là người lắp đặt, bạn có trách nhiệm bảo đảm hệ thống điện do bạn lắp đặt là an toàn. Nếu không bảo đảm an toàn, bạn không có quyền thực hiện hệ thống điện.

Cuốn sổ tay này bao gồm nhiều hướng dẫn và gợi ý về công tác lắp đặt hệ thống điện, có thể giúp cho công việc của người lắp đặt điện dễ dàng, thú vị, và tốt hơn.

Chương 1

CÁC ĐỊNH LUẬT ĐIỆN

Nền tảng quan trọng đối với mọi công tác lắp đặt điện là kiến thức về các định luật chi phối hoạt động của điện năng. Các định luật chung tương đối ít, đơn giản, và chúng sẽ được trình bày ngắn gọn.

Chương này không trình bày các phương pháp điều khiển dòng điện của mạch điện đặc biệt. Một số phương pháp đó sẽ được trình bày trong Chương 2. Nội dung của Chương 1 chỉ tập trung vào các chủ đề liên quan đến hệ thống điện dùng cho các công trình điện và các thiết bị điện tử căn bản. Mặc dù điện năng còn có thể thực hiện nhiều điều khác, nhưng chương này chỉ trình bày các điều liên quan đến những người lắp đặt hệ thống điện thông thường.

CÁC LỰC CHÍNH

Ba lực chính trong điện năng là điện áp, cường độ dòng điện, và điện trở. Đây là các lực căn bản điều khiển mọi mạch điện.

Điện áp là lực đẩy dòng điện qua mạch điện. Tên khoa học của điện áp là *lực điện động*. Trong các công thức, điện áp được biểu diễn bằng mẫu tự *E* và đo theo *volt*. Theo định nghĩa khoa học, volt là "lực điện động cần thiết để đẩy một ampere dòng điện lưu thông qua điện trở một ohm".

Nếu so sánh hệ thống điện với hệ thống nước, có thể ví điện áp như áp suất nước. Áp suất càng lớn, nước chảy qua hệ thống càng nhanh. Trong hệ thống điện cũng vậy, điện áp (áp suất điện) càng cao, dòng điện lưu thông qua hệ thống điện càng nhiều.

Dòng điện (đo bằng *ampere*, A) là tốc độ lưu thông của dòng điện. Sự mô tả khoa học đối với dòng điện là *cường độ dòng điện*. Trong các công thức, đại lượng này được biểu diễn bằng mẫu tự *I*. Theo định nghĩa khoa học, ampre là lưu lượng của $6{,}25\times 10^{23}$ điện tử (được gọi là một *coulomb*) trên giây.

Nói đơn giản điện năng là sự lưu thông của các điện tử trong dây dẫn. Như vậy, số điện tử lưu thông qua mạch điện 9 amp sẽ nhiều gấp ba lần số điện tử lưu thông qua mạch điện 3 amp.

Điện trở là lực cản trở sự lưu thông của dòng điện, được đo theo ohm và biểu diễn bằng mẫu tự Hy Lạp omega (Ω). Chất dẻo bao bọc

dây điện có điện trở rất cao, trong khi bản thân lõi đồng có điện trở rất thấp. Theo định nghĩa khoa học, ohm là "lượng trở lực giới hạn một volt điện thế đối với sự lưu thông dòng điện một amp".

Trong ví dụ hệ thống nước, bạn có thể ví điện trở với sự sử dụng ống rất nhỏ hoặc ống lớn. Ví dụ, nếu hệ thống nước có áp suất 10 psi, thể tích nước lưu thông qua ống đường kính sáu inch sẽ lớn hơn nhiều so với lượng nước chảy qua ống nửa inch. Ống nửa inch có lực cản trở sự lưu thông của nước cao hơn nhiều so với ống sáu inch.

Tương tự, mạch điện có điện trở 10 ohm sẽ cho phép dòng điện truyền qua gấp hai lần dòng điện truyền qua mạch có điện trở 20 ohm. Và mạch có điện trở 4 ohm chỉ cho phép dòng điện truyền qua bằng nửa dòng điện truyền qua mạch điện có điện trở 2 ohm.

Thuật ngữ *điện trở* thường được sử dụng theo ý nghĩa chung chung. Nói chính xác, đây là tổng trở của dòng điện một chiều (dc). Thuật ngữ chính xác đối với tổng trở trong mạch điện xoay chiều (ac) là *trở kháng*. Tương tự điện trở dc, trở kháng cũng được đo theo ohm, nhưng được biểu diễn bằng mẫu tự Z. Trở kháng không chỉ có điện trở dc mà còn gồm cả *điện kháng cảm ứng* và *dung kháng*. Cả điện kháng cảm ứng và dung kháng cũng được đo theo ohm, và sẽ được giải thích chi tiết hơn ở cuối chương này.

ĐỊNH LUẬT OHM

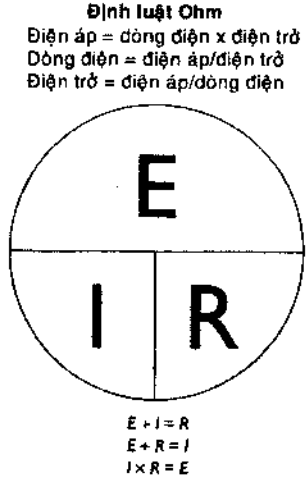
Từ các giải thích về ba lực điện chính, có thể thấy chúng có quan hệ với nhau. (Điện áp cao, dòng điện cao; điện trở thấp, dòng điện cao).

Định luật nói về quan hệ giữa điện áp, dòng điện, và điện trở được gọi là định luật Ohm. Theo định luật Ohm, trong mạch điện dc, dòng điện tỷ lệ thuận với điện áp và tỷ lệ nghịch với điện trở. Như vậy, lượng điện áp bằng lượng dòng điện nhân với lượng điện trở. Hoặc dòng điện bằng điện áp chia cho điện trở; hoặc điện trở bằng điện áp chia cho dòng điện.

Hình 1-1 minh họa ba công thức này và sơ đồ để giúp bạn ghi nhớ định luật Ohm.

Có thể sử dụng vòng tròn định luật Ohm trên Hình 1-1 để thu được ba công thức trên. Phương pháp sử dụng: Đặt ngón tay của bạn lên giá trị cần tìm (E là điện áp, I là dòng điện, và R là điện trở), và hai giá trị còn lại sẽ tạo thành công thức. Ví dụ, nếu bạn đặt ngón tay lên chữ E trong vòng tròn, phần còn lại của vòng tròn

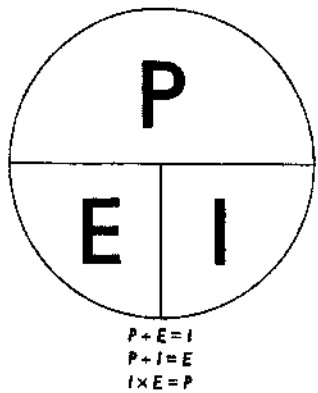
sẽ biểu thị I × R, và tích số này là giá trị điện áp trong mạch điện. Nếu cần tìm giá trị dòng điện, bạn đặt ngón tay lên chữ I trong vòng tròn, và phần còn lại của vòng tròn là E/R. Như vậy, để tìm dòng điện bạn chia điện áp cho điện trở. Các công thức này có thể áp dụng cho mọi mạch điện, bất chấp tính phức tạp hay đơn giản của mạch điện.



Hình 1-1. Sơ đồ và công thức định luật Ohm

Watt

Thuật ngữ điện quan trọng khác là *watt*. Watt là đơn vị công suất điện, thước đo lượng công đã thực hiện. Ví dụ, một mã lực bằng 746 watt; một kilowatt bằng 1000 watt. Công thức thông dụng nhất đối với công suất (hoặc watt) là điện áp nhân dòng điện (E × I). Ví dụ, nếu mạch điện có điện áp 40 volt với dòng điện 4 amp lưu thông qua mạch điện, công suất của mạch điện là 160 watt (40 × 4).

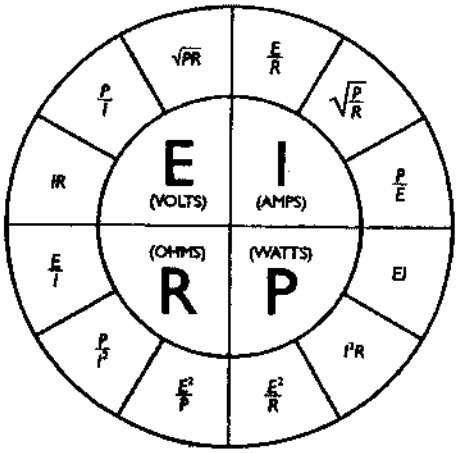


Hình 1-2. Vòng tròn định luật Watt

Hình 1-2 minh họa vòng tròn định luật Watt dùng để tính công suất, điện áp, và dòng điện, tương tự vòng tròn định luật Ohm dùng để tính dòng điện, điện áp, và điện trở. Ví dụ, nếu thiết bị điện có công suất 200 watt và vận hành với điện áp 120 volt, bạn có thể dùng công thức P/E và tính dòng điện truyền qua thiết bị, trong trường hợp này, dòng điện là 1,67 amp. Tổng cộng có 12 công thức được tạo thành bằng cách kết hợp định luật Ohm và định luật Watt. Các công thức này được trình bày trên Hình 1-3.

Điện kháng

Điện kháng là một phần của tổng trở, chỉ xuất hiện trong mạch điện xoay chiều. Tương tự các loại điện trở khác, điện kháng cũng được đo theo ohm và biểu diễn bằng mẫu tự X.



Hình 1-3. Mười hai công thức của định luật Watt.

Có hai loại điện kháng: *điện kháng cảm ứng* và *dung kháng*. Điện kháng cảm ứng được ký hiệu là X_L, còn dung kháng được ký hiệu là X_C.

Điện kháng cảm ứng (độ tự cảm) là lực cản trở sự lưu thông của dòng điện trong mạch điện ac do ảnh hưởng của các cuộn cảm trong mạch điện. Cuộn cảm là cuộn dây điện, đặc biệt là các cuộn dây được quấn trên lõi sắt. Biến áp, động cơ điện, và ballast của đèn huỳnh quang là các cuộn cảm phổ biến nhất. Ảnh hưởng của độ tự cảm là ngăn cản sự thay đổi dòng điện trong mạch điện. Độ tự cảm có xu hướng làm cho dòng điện bị trễ so với điện áp trong mạch điện. Nói cách khác, khi điện áp trong mạch điện bắt đầu tăng, dòng điện chưa tăng ngay mà chỉ tăng sau điện áp một chút. Thời gian trễ này tùy thuộc vào độ tự cảm trong mạch điện.

Công thức tính điện kháng cảm ứng như sau:

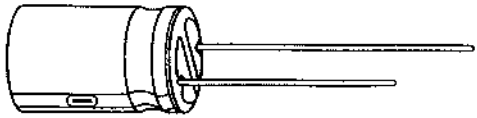
$X_L = 2\pi FL$

Trong đó, F là *tần số (hertz)* và L là độ tự cảm, đo bằng *henry*. Theo công thức này, bạn sẽ thấy tần số càng cao, điện kháng cảm ứng càng lớn. Do đó, điện kháng cảm ứng là vấn đề đáng quan tâm ở các tần số cao hơn mức 60 hertz.

Trên nhiều phương diện, dung kháng trái ngược với điện kháng cảm ứng. Dung kháng là lực cản trở dòng điện do ảnh hưởng của các tụ điện trong mạch điện ac. Đơn vị đo điện dung là *farad* (F). Về mặt kỹ thuật, một farad là lượng điện dung cho phép bạn tích trữ một coulomb ($6{,}25\times10^{23}$) điện tử dưới điện áp một volt. Do sự tích trữ một coulomb dưới điện áp một volt là lượng điện dung rất lớn, các tụ điện thông dụng được định mức theo *microfarad* (một phần triệu farad).

Trong mạch điện, điện dung có xu hướng làm dòng điện sớm pha hơn điện áp. Lưu ý, điều này trái với độ tự cảm (có xu hướng làm dòng điện trễ pha). Các tụ điện có cấu tạo gồm hai bề mặt dẫn

điện (thường là tấm kim loại) đặt gần nhau, không có nối kết điện (Hình 1-4). Vì vậy, tụ điện có thể tích trữ điện tử, nhưng không cho phép chúng lưu thông từ bề mặt này sang bề mặt khác.



Hình 1-4. Tụ điện

Trong mạch điện dc, tụ điện có tác dụng gần như một mạch hở. Trong vài phần trăm giây đầu tiên, tụ điện tích trữ điện tử, cho phép dòng điện nhỏ lưu thông. Nhưng sau khi tụ điện đầy, không có dòng điện nào có thể lưu thông vì mạch điện này không hoàn chỉnh. Trong mạch điện ac, lúc đầu tụ điện tích trữ điện tử, nhưng sau đó lại phóng thích các điện tử của nó và tích trữ điện tử khác khi dòng điện đảo chiều. Vì vậy, mặc dù làm gián đoạn mạch điện, nhưng tụ điện có thể tích trữ đủ điện tử để duy trì dòng điện lưu thông trong mạch điện. Trong mạch điện ac, tụ điện đóng vai trò bộ đệm tích trữ điện.

Trong công thức tính dung kháng sau đây, F là tần số và C là điện dung, tính theo farad.

$$X_C = \frac{1}{2\pi FC}$$

Trở kháng

Như đã giải thích trong phần trước, trở kháng tương tự điện trở ở các tần số thấp và được đo theo ohm. Trở kháng là tổng trở trong mạch điện xoay chiều. Mạch điện xoay chiều chứa điện trở bình thường nhưng cũng có thể chứa các loại điện trở khác được gọi là *điện kháng*, chỉ có trong mạch điện ac. Điện kháng này chủ yếu do sử dụng các cuộn từ (*điện kháng cảm ứng*) và các tụ điện (*dung kháng*). Công thức chung để tính trở kháng như sau:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Công thức này áp dụng cho mọi mạch điện, nhưng đặc biệt là dùng cho các mạch điện có điện trở dc, dung kháng, và độ tự cảm.

Công thức chung để tính trở kháng khi chỉ có điện trở dc và độ tự cảm:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Công thức chung để tính trở kháng khi chỉ có điện trở dc và dung kháng:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Sự cộng hưởng

Sự cộng hưởng là tình trạng xảy ra khi điện kháng cảm ứng và dung kháng trong mạch điện bằng nhau. Khi đó, hai điện kháng này sẽ triệt tiêu lẫn nhau, để lại mạch điện không có trở kháng, ngoại trừ điện trở dc của mạch điện. Vì vậy, trong các mạch cộng hưởng, dòng điện có thể rất lớn.

Sự cộng hưởng thường được áp dụng cho các mạch lọc hoặc mạch điều hưởng. Bằng cách thiết kế mạch điện cộng hưởng tại tần số xác định, trong mạch điện chỉ có dòng điện ở tần số này lưu thông tự do. Dòng điện của tất cả các tần số khác phải chịu trở kháng cao hơn nhiều, do đó bị giảm mạnh hoặc gần như triệt tiêu. Điều này được ứng dụng trong máy thu thanh để dò làn sóng của đài phát thanh. Điện dung hoặc độ tự cảm được điều chỉnh cho đến khi mạch điện có sự cộng hưởng tại tần số mong muốn. Khi đó, tần số mong muốn sẽ lưu thông qua mạch điện, tất cả các tần số khác sẽ bị chặn lại. Các sự cộng hưởng song song xảy ra tại cùng tần số và giá trị như sự cộng hưởng nối tiếp.

Trong công thức cộng hưởng sau đây, F_R là tần số cộng hưởng, L là độ tự cảm (henry), và C là điện dung (farad).

$$F_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Mạch điện đơn giản nhất là mạch nối tiếp, chỉ có một đường dẫn để dòng điện lưu thông (Hình 1-5). Lưu ý, tất cả các linh kiện trong mạch điện này đều được mắc nối tiếp nhau.

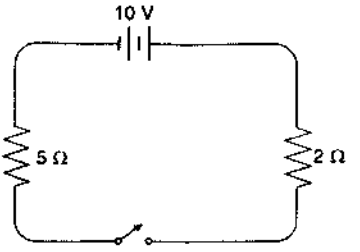
MẠCH NỐI TIẾP

Điện áp

Định luật căn bản và quan trọng nhất của mạch nối tiếp là *định luật Kirchhoff*. Theo định luật này, tổng tất cả các điện áp trong mạch nối tiếp bằng không. Nghĩa là điện áp nguồn sẽ bằng tổng các độ sụt áp (có cực tính trái ngược với điện áp nguồn) trong mạch điện. Nói tóm lại, tổng các độ sụt áp trong mạch điện sẽ luôn luôn bằng điện áp nguồn.

Dòng điện

Định luật thứ hai đối với mạch nối tiếp thực ra chỉ có ý nghĩa chung: dòng điện bằng nhau trong tất cả các bộ phận của mạch điện. Nếu mạch điện chỉ có một đường dẫn, những gì lưu thông qua một bộ phận sẽ lưu thông qua tất cả các bộ phận khác.

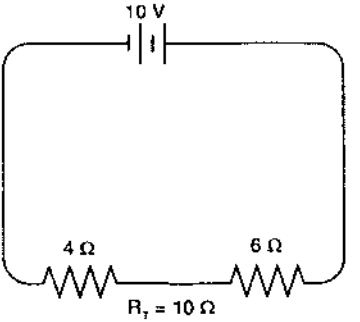


Hình 1-5. Mạch nối tiếp

Điện trở

Trong mạch nối tiếp, các điện trở dc có tính cộng (Hình 1-6). Công thức tính như sau:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5.$$



Hình 1-6. Giá trị điện trở trong mạch nối tiếp.

Dung kháng

Giá trị dung kháng của các tụ điện mắc nối tiếp được tính theo phương pháp tích-trên-tổng (chỉ áp dụng cho hai giá trị điện dung) hoặc phương pháp nghịch đảo các số nghịch đảo (đối với số lượng giá trị điện dung bất kỳ). Công thức của phương pháp tích-trên- tổng như sau:

$$X_T = \frac{X_1 \times X_2}{X_1 + X_2}$$

Công thức của phương pháp nghịch đảo các số nghịch đảo:

$$X_T = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \frac{1}{X_4} + \frac{1}{X_5}}$$

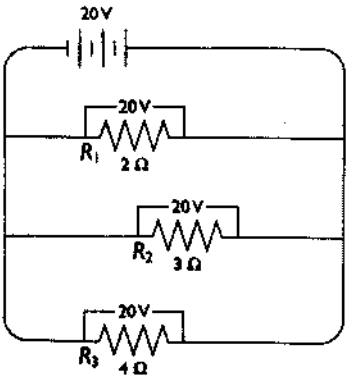
Điện kháng cảm ứng

Trong các mạch nối tiếp, điện kháng cảm ứng có tính cộng; do đó:

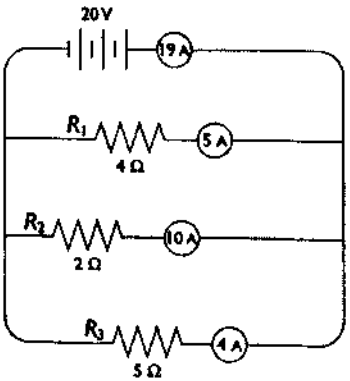
$$X_T = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5.$$

MẠCH SONG SONG

Mạch song song là mạch điện có nhiều đường dẫn để dòng điện lưu thông (Hình 1-7).



Hình 1-7. Mạch điện song song



$I_1 = 5$ A $\quad I_3 = 4$ A
$I_2 = 10$ A $\quad I_T = 19$ A

Hình 1-8. Mạch điện song song, minh họa các giá trị dòng điện.

Điện áp

Trong các mạch song song chỉ có một nguồn điện (Hình 1-7), điện áp trong mọi nhánh của mạch điện đều bằng nhau.

Dòng điện

Trong các mạch song song, tổng dòng điện trong các nhánh bằng dòng điện tổng tại nguồn điện. Hình 1-8 minh họa điều này dưới dạng sơ đồ.

Điện trở

Trong các mạch song song, điện trở được tính theo phương pháp tích-trên-tổng (áp dụng cho hai giá trị điện trở):

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Hoặc theo phương pháp nghịch đảo các số nghịch đảo (dùng cho số lượng giá trị điện trở bất kỳ):

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}}$$

Hoặc

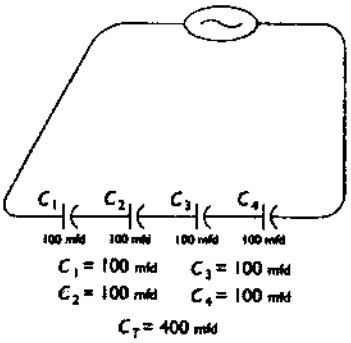
$R_T = R_{NHÁNH}$/số nhánh,

nếu tất cả các nhánh trong mạch điện có giá trị điện trở bằng nhau.

Từ các phép tính này, có thể thấy giá trị điện trở của mạch song song luôn luôn nhỏ hơn giá trị điện trở của nhánh bất kỳ.

Dung kháng

Trong mạch nối tiếp, các điện dung có tính cộng (Hình 1-9). Lưu ý, mỗi nhánh có điện dung 100 microfarad ("mfd" hoặc "µf"). Nếu mạch điện có bốn nhánh, mỗi nhánh có điện dung 100 mfd, điện dung tổng là 400 mfd.



Hình 1-9. Điện dung trong mạch nối tiếp.

Điện kháng cảm ứng

Trong mạch song song, các độ tự cảm được tính bằng phương pháp tích-trên-tổng hoặc phương pháp nghịch đảo các số nghịch đảo.

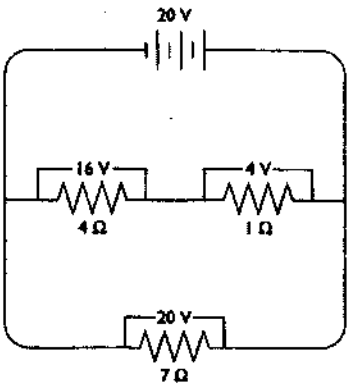
MẠCH NỐI TIẾP - SONG SONG

Các mạch điện kết hợp cả đường dẫn nối tiếp và đường dẫn song song tất nhiên sẽ phức tạp hơn mạch nối tiếp hoặc mạch song song. Nói chung, các nguyên tắc của mạch nối tiếp áp dụng cho những phần mắc nối tiếp của mạch điện; các nguyên tắc của mạch song song áp dụng cho những phần mắc song song của mạch điện.

Sau đây là vài tính chất của mạch nối tiếp - song song:

Điện áp

Mặc dù tất cả các nhánh của mạch song song đều chịu tác động của cùng điện áp nguồn, nhưng các độ sụt áp trong mỗi nhánh sẽ luôn luôn bằng điện áp nguồn (Hình 1-10).



Hình 1-10. Điện áp trong mạch nối tiếp - song song

Dòng điện

Dòng điện trong mỗi nhánh nối tiếp sẽ bằng nhau, còn tổng dòng điện trong tất cả các nhánh bằng dòng điện tổng của nguồn điện.

Điện trở

Trong các nhánh nối tiếp, điện trở có tính cộng với điện trở tổng nhỏ hơn điện trở của nhánh bất kỳ.

Dung kháng

X_C trong nhánh nối tiếp được tính theo phương pháp nghịch đảo các số nghịch đảo, và X_C tổng của các nhánh có tính chất cộng.

Điện kháng cảm ứng

X_L trong các nhánh nối tiếp có tính chất cộng, với điện kháng cảm ứng tổng nhỏ hơn điện kháng cảm ứng của nhánh bất kỳ.

HỆ THỐNG CẤP ĐIỆN

Gần như toàn bộ hệ thống cấp điện được mắc song song để tất cả các tải đều nhận được điện áp đường dây toàn phần. Các tải mắc nối tiếp chỉ nhận được một phần điện áp đường dây.

Một trong các phép tính thường sử dụng nhất đối với các công trình điện là tính cường độ dòng điện khi biết điện áp và công suất. (Xem Hình 1-2 và các phần liên quan).

Đối với hệ thống cấp điện, dung kháng ít khi trở thành vấn đề. Ngoại trừ các đường cáp dài có thể phát triển dung kháng đáng kể giữa các dây dẫn, giữa một hoặc nhiều dây dẫn và ống luồn dây kim loại bao quanh chúng. Hệ thống nối đất chính xác thường sẽ xả hết phần điện tích này. Tuy nhiên, nếu có sai sót trong hệ thống nối đất, chẳng hạn, dây liên kết được nối không chính xác, các điện áp bất thường xuất hiện trong hệ thống. Các điện áp này được gọi là *điện áp ma*.

Khác với dung kháng, độ tự cảm là vấn đề nghiêm trọng trong mạng lưới điện. Điện kháng cảm ứng làm giảm *hệ số công suất* của hệ thống điện. Điều này sẽ được trình bày sâu hơn trong Chương 7.

Chương 2

CÁC MẠCH ĐIỆN VÀ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

Điều cơ bản cần nhớ về điện tử là các định luật chi phối hoạt động của điện năng cũng chi phối các thiết bị điện tử (định luật Ohm, định luật Kirchhoff, định luật Watt, các phép tính giá trị điện trở song song,...). Trên thực tế, làm việc với các thiết bị điện tử tương tự với nhiều loại công việc điện. Sự khác biệt chính là công suất được sử dụng và các tên linh kiện điện tử có vẻ lạ lẫm.

Đối với nhiều người, tên của các linh kiện này quá rắc rối: diode zener, transistor hiệu ứng trường, tiếp giáp PNP,... Khi đã hiểu rõ bản chất của chúng chỉ là các công tắc tự động, bạn sẽ thấy chúng không có gì huyền bí.

ƯU ĐIỂM

Mạch điện tử có năm khả năng căn bản mà các mạch điện thông thường không có. Tất cả các năng lực khác của sản phẩm điện tử chỉ là sự kết hợp năm khả năng này.

1. Các thiết bị điện tử có thể đáp ứng với tín hiệu rất nhỏ và tạo ra tín hiệu lớn hơn nhiều. Tính năng này cho phép transistor khuếch đại tín hiệu.
2. Thiết bị điện tử có thể đáp ứng nhanh hơn rất nhiều so với các thiết bị điện.
3. Khi vận hành ở tốc độ cao, thiết bị điện tử có thể tạo ra các tín hiệu từ, chẳng hạn, sóng radio, tia X, hoặc vi sóng.
4. Một số thiết bị điện tử có thể đáp ứng với ánh sáng. Các tế bào quang điện là ví dụ điển hình.
5. Thiết bị điện tử có thể điều khiển chiều của dòng điện.

ĐÈN ĐIỆN TỬ VÀ CHẤT BÁN DẪN

Năm khả năng vừa trình bày đã xuất hiện đầu tiên trong các đèn chân không, khá lâu trước khi có chất bán dẫn. Không có đèn chân không, không thể có radio, TV, tia X, và nhiều thiết bị khác. Đèn chân không là những thiết bị điện tử đầu tiên. Chúng cần thời gian làm nóng trước khi có thể vận hành, dễ bị cháy, và tương đối đắt. Do có thể thực hiện những điều mà không thiết bị điện nào có thể

thực hiện, chúng được sử dụng rộng rãi. Ngay cả các máy tính đầu tiên cũng sử dụng đèn chân không.

Tuy nhiên, các chất bán dẫn đã vượt qua đèn chân không. Thứ nhất, chất bán dẫn có thể thực hiện hầu hết các công việc mà đèn chân không (đèn điện tử) đã thực hiện, cộng thêm vài công việc khác, và chúng vận hành hiệu quả hơn. Chất bán dẫn không cần làm nóng trước khi vận hành, và có kích thước rất nhỏ. Máy tính đầu tiên chiếm hết không gian của một nhà để xe lớn, do kích thước lớn của các đèn chân không. Với kích thước nhỏ của các thiết bị bán dẫn ngày nay, bạn có thể đặt máy tính mạnh hơn rất nhiều trên bàn làm việc. Trong vỏ máy tính, về cơ bản, các đèn điện tử và chất bán dẫn đều thực hiện những công việc như nhau, nhưng sự khác nhau về kích thước có ý nghĩa cực kỳ quan trọng.

Một bước quan trọng khác là sự phát triển phương tiện để đặt hàng ngàn chất bán dẫn lên một miếng silicon nhỏ. Thiết bị này – vi mạch tích hợp – chỉ là vô số thiết bị bán dẫn được nhét vào một diện tích rất nhỏ. Và tất nhiên, vi mạch IC đã tác động mạnh đến thế giới hiện đại.

Sự phát minh đèn điện tử có ý nghĩa quyết định đối với nhiều phát triển quan trọng trong nửa đầu thế kỷ hai mươi; tương tự, các chất bán dẫn và vi mạch IC có vai trò then chốt đối với các phát triển trong hậu bán thế kỷ hai mươi.

CHẤT BÁN DẪN

Trong lĩnh vực điện, bạn đã quen với các vật dẫn điện, chẳng hạn các dây đồng, dây nhôm, và các bus. Cũng có các chất không dẫn điện (thường gọi là chất cách điện), chẳng hạn, cao su, nhựa, và mica. Chất bán dẫn là vật liệu ở giữa chất dẫn điện và chất cách điện. Nói cách khác, chúng dẫn điện trong các điều kiện xác định.

Nếu đã học lý thuyết điện, bạn sẽ biết nguyên tử có tối đa tám điện tử trên lớp ngoài cùng và dòng điện là sự lưu thông của các điện tử. Các nguyên tử chỉ có một điện tử trên lớp ngoài cùng là chất dẫn điện tốt, vì điện tử đơn độc này có thể bị tách ra khỏi nguyên tử khá dễ dàng. Bạn còn biết các điện tử rất khó tách khỏi nguyên tử có bảy hoặc tám điện tử trên lớp ngoài cùng. Vì vậy, các nguyên tử có bảy hoặc tám điện tử trên lớp ngoài cùng được xem là chất không dẫn điện.

Chất bán dẫn là các nguyên tử có bốn điện tử trên lớp ngoài cùng, ví dụ, silic, germani, và thiếc. Khi kết hợp một nguyên tố có ba điện tử trên lớp ngoài cùng với một nguyên tố có năm điện tử trên lớp ngoài, chúng sẽ tạo thành hợp chất có bốn điện tử trên lớp ngoài cùng: chất bán dẫn. Đây là trường hợp của gali arsenide, hợp chất của gali và arsen.

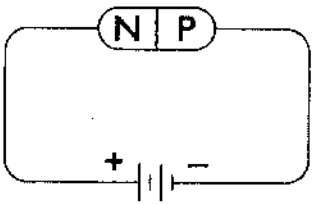
Silic và germani là hai vật liệu thường được dùng làm chất bán dẫn. Nhưng ở dạng tinh khiết, các vật liệu này không hữu dụng lắm. Chúng dẫn điện rất kém và không có gì khác. Các chất này trở nên đáng quan tâm sau khi chúng được biến đổi.

Silic và germani được biến đổi bằng cách bổ sung các lượng nhỏ vật liệu khác. Những chất này được gọi là *chất kích thích* (doping). Khi được thực hiện chính xác, chất kích thích tạo ra chất bán dẫn dư điện tử (chất bán dẫn loại N với các điện tử bổ sung mang điện tích âm) hoặc thiếu điện tử (chất bán dẫn loại P với sự thiên áp dương do thiếu điện tử).

Đến đây, ý nghĩa của tiếp giáp PN đã trở nên dễ hiểu: Đó chỉ là vị trí tiếp xúc giữa các chất bán dẫn loại P và loại N. Ý nghĩa của chất bán dẫn NPN cũng rõ ràng: Đây chỉ là chiếc bánh sandwich có các lớp loại N ở phía ngoài và một lớp loại P ở giữa.

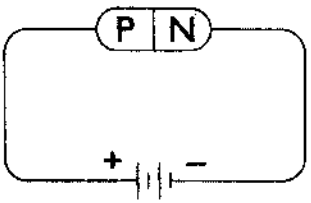
DIODE

Diode chỉ là sự tiếp giáp PN: chất bán dẫn loại N được liên kết với chất bán dẫn loại P (Hình 2-1). Nếu bạn nối ắc quy với diode theo hình minh họa (cực dương với N, cực âm với P), không có dòng điện lưu thông qua diode, ngoại trừ dòng điện "rò" rất nhỏ.



Hình 2-1. Diode thiên áp ngược.

Nếu quan sát Hình 2-2, bạn sẽ thấy diode này được nối kết theo chiều ngược lại – cực dương với P và cực âm với N. Lúc này, dòng điện sẽ lưu thông với điện trở rất nhỏ.



Hình 2-2. Diode thiên áp thuận

Hình 2-1 minh họa diode được nối kết theo cách làm cho diode thiên áp ngược. Nghĩa là diode cản trở sự lưu thông của dòng điện.

Hình 2-2 minh họa diode được nối với ắc quy theo cách làm cho diode có thiên áp thuận, cho phép dòng điện truyền qua diode.

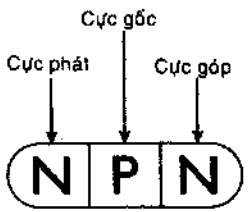
Các diode thường được sử dụng để biến đổi dòng điện xoay chiều thanh dòng điện một chiều. Với diode mắc nối tiếp với mạch điện, dòng điện chỉ được phép lưu thông theo một chiều; không thể lưu thông theo chiều ngược lại.

Các diode có đủ kích cỡ và định mức. (Bảo đảm bạn không nối diode 24 volt vào mạch điện 120 volt). Thông thường, diode có ngoại hình tương tự các điện trở, nhưng chúng có thể có nhiều kích cỡ và hình dạng khác.

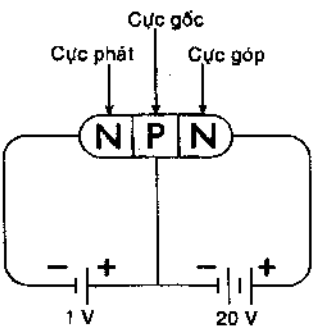
TRANSISTOR LÀ GÌ?

"Điện trở truyền", linh kiện hiện nay gọi là transistor, thực chất chỉ là một công tắc tự động có ngoại hình khá ấn tượng.

Transistor căn bản là sự tiếp giáp NPN với một phía được "kích thích" mạnh hơn phía còn lại. Nói cách khác, một trong hai phía N âm hơn phía N còn lại. Phía được kích thích mạnh hơn gọi là *cực phát*, và phía được kích thích ít hơn gọi là *cực góp*. Phần P ở giữa được gọi là cực gốc (Hình 2-3).



Hình 2-3. Transistor NPN



Hình 2-4. Transistor NPN được nối vào mạch điện

Để hiểu nguyên lý hoạt động của linh kiện này với vai trò công tắc tự động, bạn hãy quan sát Hình 2-4 và thực hiện mạch điện như hình minh họa. Bên phải Hình 2-4 là tiếp giáp NP cực góp–cực gốc có thiên áp ngược. (Đối chiếu với Hình 2-1). Vì vậy, không có dòng điện truyền qua lớp tiếp giáp này, ngoại trừ dòng điện rò rất nhỏ. Nếu nhìn vào nửa bên trái của Hình 2-4, bạn sẽ thấy, khi công tắc mở, trong phần mạch điện này cũng không có dòng điện lưu thông.

Nhưng khi bạn đóng công tắc, một điều khá độc đáo xảy ra. Khi truyền qua lớp tiếp giáp NP cực gốc-cực phát (phần bên trái Hình 2-4), dòng điện làm thay đổi điện tích trong lớp tiếp giáp NP ở phía khác và cũng cho phép dòng điện

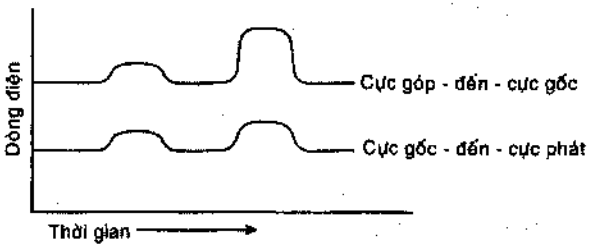
truyền qua lớp tiếp giáp này. Nếu dòng điện truyền qua phần bên trái của mạch điện (cực gốc-cực phát), dòng điện cũng sẽ truyền qua phần bên phải của mạch điện (cực góp-cực phát). Nếu không có dòng điện lưu thông trong phần bên trái (cực gốc-đến-cực phát), cũng sẽ không có dòng điện lưu thông trong phần bên phải (cực góp-đến-cực phát).

Sự giải thích khoa học tại sao lớp tiếp giáp NP thứ hai thay đổi và thay đổi như thế nào để cho phép dòng điện lưu thông là điều phức tạp, nằm ngoài phạm vi của cuốn sách này.

Nếu xem lại Hình 2-4, bạn sẽ thấy điện áp ắc quy cung cấp cho phía bên trái sơ đồ chỉ 1 volt, nhưng điện áp ở phía bên phải là 20 volt. Như vậy, với mạch điện này, bạn có thể dùng mạch điện 1 volt để điều khiển mạch điện 20 volt. Đây là mạch khuếch đại căn bản.

Điều cuối cùng làm cho transistor thực sự đáng quan tâm là linh kiện này duy trì dòng điện lưu thông trong phần bên phải tỷ lệ với dòng điện trong phần bên trái của mạch điện trên Hình 2-4. Nói cách khác, nếu 5 miliampere lưu thông qua phần bên trái cho phép dòng điện 100 miliampere lưu thông qua phần bên phải, thì khi tăng dòng điện trong phần bên trái lên 10 miliampere, dòng điện trong phần bên phải sẽ tự động tăng lên 200 miliampere. (Giả sử tất cả các yếu tố khác không thay đổi). Quan hệ này được minh họa trên Hình 2-5.

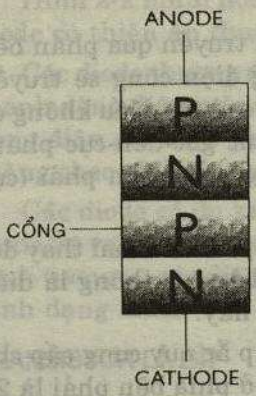
Từ mô tả này bạn có thể thấy các transistor hữu dụng như thế nào. Và do có thể chế tạo với kích thước cực nhỏ, chúng càng trở nên quan trọng hơn.



Hình 2-5. Quan hệ dòng điện trong mạch transistor

BỘ CHỈNH LƯU SILIC ĐƯỢC ĐIỀU KHIỂN

Các thiết bị này, thường được gọi là SCR, gồm bốn lớp bán dẫn silic P và N (Hình 2-6). Trừ khi dòng điện được đưa vào cực cổng của SCR, không có dòng điện lưu thông từ anode đến cathode. Nếu có dòng điện cổng, điện trở giữa anode và cathode giảm xuống gần bằng không, cho phép dòng điện lưu thông tự do. Như vậy, dòng

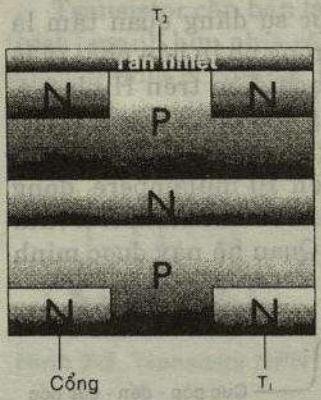


Hình 2-6. Bộ chỉnh lưu silic được điều khiển

điện cổng là cần thiết để cho phép phần còn lại của SCR dẫn điện. Tuy nhiên, khác với transistor, dòng điện sẽ liên tục lưu thông từ anode sang cathode, ngay cả sau khi ngắt dòng điện cổng. Khi đã khởi động, dòng điện anode-đến- cathode sẽ lưu thông cho đến khi bị ngắt; SCR không thể tự ngắt dòng điện này.

SCR rất hữu dụng, vì chúng có thể xử lý dòng điện lớn, đặc biệt khi so sánh với các thiết bị trạng thái rắn khác. Các SCR thông dụng có thể xử lý liên tục dòng điện hàng trăm ampere.

TRIAC

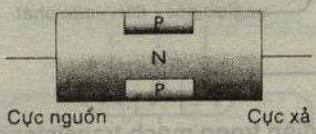


Hình 2-7. Triac

Triac là các SCR cải tiến (Hình 2-7) có thể ngăn dòng điện lưu thông theo cả hai chiều cho đến khi dòng điện được gởi đến hoặc đi ra khỏi cực cổng của triac. Sau khi một trong các dòng điện này xuất hiện, dòng điện sẽ được phép lưu thông qua triac theo cả hai chiều.

Triac là linh kiện chính trong hầu hết các công tắc điều chỉnh độ sáng (công tắc mờ) và thiết bị tương tự.

TRANSISTOR HIỆU ỨNG TRƯỜNG



Hình 2-8. Transistor hiệu ứng trường

Transistor hiệu ứng trường sử dụng các chất bán dẫn loại P trên cả hai phía của chất bán dẫn loại N để đóng vai trò cực cổng. Cổng bán dẫn P điều khiển dòng điện truyền qua chất bán dẫn loại N.

Trong transistor hiệu ứng trường được minh họa trên Hình 2-8, chất bán dẫn loại N sẽ mang dòng điện cần điều khiển. Nếu bạn đặt điện áp lên chất bán dẫn loại P (cực cổng), dòng điện sẽ không được phép lưu thông qua chất bán dẫn loại N. Điện áp được đặt lên các phần P tạo ra trường tĩnh điện làm thay đổi điện tích trong chất bán dẫn

loại N, không cho phép dòng điện lưu thông. Khi điện áp trên các phần P được loại bỏ hoặc giảm, dòng điện có thể đi từ cực nguồn đến cực xả của transistor hiệu ứng trường.

DIODE ZENER

Diode Zener là diode PN được kích thích đặc biệt. Các diode Zener thường được nối vào mạch điện theo vị trí thiên áp ngược và đóng vai trò thiết bị bảo vệ xung điện áp. Thông thường, chúng được lắp song song với tải cần bảo vệ, tương tự lắp thiết bị chống sét.

Với cách nối kết này, các diode Zener ngăn cản dòng điện lưu thông (định nghĩa thiên áp ngược). Nhưng khi điện áp tác động lên chúng đạt đến giá trị nhất định, được gọi là *điện áp đánh thủng*, chúng sẽ dẫn điện dễ dàng. Điều này có tác dụng thay đổi đường đi của điện áp qua diode Zener thay vì qua tải.

Khi sử dụng các diode Zener có định mức phù hợp theo cách này, chúng có thể bảo vệ hữu hiệu các mạch điện nhạy cảm trong trường hợp quá dòng. Chúng đặc biệt hữu ích vì thời gian đáp ứng rất nhanh. Diode Zener đáp ứng với điện áp quá mức trong vòng vài nano giây, thay vì nhiều mili giây như các bộ triệt xung khác.

LÀM VIỆC VỚI LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

Các nguyên tắc làm việc căn bản đối với linh kiện điện cũng được áp dụng với các thiết bị điện tử: Xử lý thận trọng, và sử dụng các bộ phận ở công suất và điện áp định mức của chúng, hoặc thấp hơn.

Hầu hết các bộ phận điện tử đều rất bền, ít khi hư hỏng do cách sử dụng thông thường. Tuy nhiên, bạn cần lưu ý đến nhiệt độ bảo quản và vận hành của chúng. Nhiệt độ cao có thể ảnh hưởng xấu đến các linh kiện điện tử. Bạn cũng cần thận trọng khi lắp ráp để không làm cong các chân linh kiện, lắp chúng đúng vị trí, không vặn hoặc xoay. Tuyệt đối không sử dụng lực.

Các định mức công suất và điện áp có tính quyết định. Bạn phải giữ mọi linh kiện trong giới hạn của chúng; nếu không, thường sẽ dẫn đến sự cố ngay lập tức. Mặc dù rất hiệu quả, nhưng các linh kiện điện tử không dễ tha thứ. Nếu bạn sử dụng không chính xác, chúng sẽ bị hư ngay lập tức.

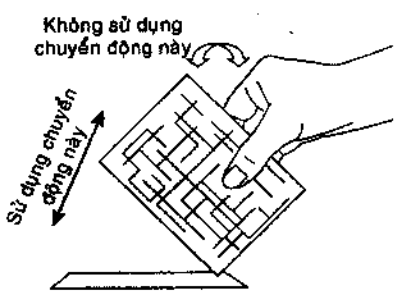
Nếu dự định làm việc trong ngành điện tử, bạn cần nắm vững một kỹ năng cơ khí: kỹ thuật hàn vảy mềm.

Rất may là kỹ thuật này tương đối dễ, bạn chỉ cần bỏ một ít thời gian thực hành là có thể thực hiện được. Bạn cần mua mỏ hàn loại tốt (gọi chính xác là "bút" hàn), một ít hợp kim hàn lõi trợ dung, và một bản mạch cũ để thực tập. Bút hàn dùng cho công việc điện tử thường có định mức khoảng 25 - 40 watt. Công suất quá cao dẫn đến quá nhiệt, có thể làm hư một số linh kiện. Ở đây không trình bày chi tiết về kỹ thuật hàn. Mỏ hàn tốt sẽ kèm theo sách hướng dẫn hàn. Bạn không có đường tắt nào ngoài việc thực hành cho đến khi cảm thấy hài lòng với những gì bạn đang thực hiện.

Có thể bạn cũng cần mua dụng cụ xả mối hàn để tháo các linh kiện ra khỏi bản mạch. Khi đã có mỏ hàn, bạn hãy thực hành cho đến khi thuần thục.

BẢN MẠCH IN

Có hai vấn đề chính khi làm việc với bản mạch in. Thứ nhất, phải tháo lắp chúng chính xác. Luôn luôn lắp và/hoặc tháo chúng theo chuyển động dọc, không sử dụng chuyển động ngang. Xem Hình 2-9.



Hình 2-9. Phương pháp tháo các bản mạch in

Vấn đề thứ hai liên quan đến sửa chữa hoặc thay thế bản mạch. Do tính phức tạp của chúng, nhiều linh kiện trên bản mạch in gần như không thể sửa chữa. Ngoài ra, các nhà sản xuất thường cho phép đổi các bản mạch in bị sự cố. Nhưng khi bạn can thiệp vào bản mạch, nhà sản xuất không thể biết bản mạch bị hư do lỗi sản xuất hay do sự can thiệp của bạn. Trong trường hợp này, nhà sản xuất sẽ không cho phép đổi. Bạn nên báo cho nhà sản xuất trước khi can thiệp vào bản mạch của họ, nhất là khi chúng còn trong thời hạn bảo hành. Hãy thận trọng khi xử lý các bản mạch in.

LẮP ĐẶT THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ

Các hệ thống điện tử đòi hỏi lập kế hoạch trước kỹ hơn so với các hệ thống điện. Đối với công tác điện, bạn có thể chộp vài hộp công tắc và ổ cắm là có thể tiến hành công việc. Nhưng với các hệ thống điện tử, bạn phải biết chính xác mỗi linh kiện sẽ đi đến đâu. Trong

hầu hết các công trình điện, bạn có thể sử dụng linh kiện của nhiều hãng khác nhau. Nhưng nếu cố gắng phối hợp linh kiện của nhiều nhà sản xuất vào hệ thống điện tử, cơ may hệ thống đó làm việc tốt là rất mong manh. Và cho dù hệ thống làm việc tốt, các nhà sản xuất thường không chịu trách nhiệm bảo hành nếu họ biết bạn đã sử dụng linh kiện của các hãng khác.

Điều này có nghĩa là bạn cần lập kế hoạch kỹ lưỡng trước khi bắt đầu công việc, cần có các bản vẽ thi công chính xác và chú ý đến các chi tiết. Bạn phải sử dụng đúng linh kiện và cáp được thiết kế cho hệ thống, và phải lắp ráp hệ thống theo đúng thiết kế.

Cách giải quyết các vấn đề đối với hệ thống điện tử cũng khác với hệ thống điện. Ai cũng muốn giải quyết vấn đề nhanh gọn, nhưng bạn phải hết sức thận trọng khi xử lý các vấn đề điện tử. Trừ khi hiểu rõ hệ thống như nhà thiết kế, bạn nên gọi điện cho nhà thiết kế thay vì tự thực hiện. Nếu không, bạn có thể vô tình làm cho sự cố nghiêm trọng hơn. Tất cả các bộ phận của hệ thống phải vận hành cùng nhau; sự thay đổi một linh kiện thường ảnh hưởng đến nhiều linh kiện khác.

Lưu ý, đối với các hệ thống phức tạp, bạn nên dự phòng một ít thời gian để xử lý các vấn đề nhỏ sau khi hệ thống vận hành trở lại, trừ khi bạn quá quen thuộc với hệ thống đó.

KIỂM TRA

Đối với các hệ thống điện tử, sự kiểm tra định kỳ phải được lên kế hoạch như công việc bình thường của bạn. Nhắc lại, quy trình này khác với quy trình áp dụng cho sản phẩm điện.

Tùy theo loại hệ thống đang lắp đặt, có thể bạn phải kiểm tra vài bộ phận của hệ thống trước khi khởi động.

Với các mạch động lực hoặc chiếu sáng, thông thường, khả năng xấu nhất có thể xảy ra khi bạn thực hiện sai là bộ ngắt mạch (CB) nhả. Nhưng với các hệ thống điện tử, bạn thể đốt cháy hàng triệu đồng tiền thiết bị một cách dễ dàng.

Sự cẩn trọng đặc biệt cần thiết đối với các thợ điện đã học kỹ về hệ thống điện, nhưng chỉ mới bắt đầu tìm hiểu các linh kiện điện tử và thực hiện công việc này với ít hoặc không có sự huấn luyện chính quy. Hãy tiến hành một cách cẩn thận, và đừng liều lĩnh thực hiện những việc bạn không hiểu.

Chương 3

BẢN VẼ ĐIỆN

Hồ sơ xây dựng của tòa nhà mới bao gồm tất cả các bản vẽ kiến trúc minh họa các chi tiết thiết kế và xây dựng tòa nhà. Các bản vẽ này gồm sơ đồ bố trí mặt bằng sàn, hình chiếu đứng tất cả các mặt ngoài của tòa nhà, các mặt cắt của tòa nhà, và nhiều bản vẽ xây dựng khác. Mặc dù có thể có rất nhiều bản vẽ, nhưng nói chung, chúng được phân thành năm nhóm.

1. **Sơ đồ vị trí.** Bao gồm vị trí tòa nhà, vị trí và đường đi của tất cả các cơ sở hạ tầng bên ngoài phục vụ cho tòa nhà (nước, điện, khí đốt, cống rãnh,...), cùng với các điểm nối khác bên trong khuôn viên tòa nhà. Các đường địa hình đôi khi cũng được đưa vào sơ đồ vị trí, đặc biệt khi tòa nhà được xây trên sườn dốc.
2. **Kiến trúc.** Gồm hình chiếu của tất cả các mặt ngoài của tòa nhà; các sơ đồ bố trí sàn trình bày tường, cửa đi, cửa sổ, và vách ngăn trên mỗi tầng; và các mặt cắt đầy đủ nhằm nêu rõ các độ cao sàn khác nhau, các chi tiết nền móng, tường, sàn, trần, và kết cấu mái. Các bản vẽ chi tiết tỷ lệ lớn cũng có thể được đưa vào nhóm này.
3. **Kết cấu.** Bản vẽ kết cấu được cung cấp cho các tòa nhà bê tông cốt thép và nhà kết cấu thép.
4. **Cơ khí.** Các bản vẽ cơ khí bao gồm bản vẽ thiết kế hoàn chỉnh và sơ đồ bố trí hệ thống nước, hệ thống ống dẫn, hệ thống sưởi, thông gió, hệ thống điều hòa không khí và các kết cấu cơ khí liên quan. Sơ đồ hệ thống điều khiển điện đối với các hệ thống sưởi và làm mát thường cũng được đưa vào các bản vẽ cơ khí.
5. **Điện.** Các bản vẽ điện bao gồm bản thiết kế hoàn chỉnh và sơ đồ bố trí hệ thống điện chiếu sáng, động lực, tín hiệu và truyền thông, các hệ thống điện đặc biệt, và công tác điện liên quan. Các bản vẽ này đôi khi còn bao gồm sơ đồ vị trí tòa nhà và các hệ thống điện liên kết. Chúng có thể bao gồm sơ đồ sàn cho biết vị trí các ổ cắm điện, giá đèn, bảng điện, sơ đồ cấp điện, và các bản vẽ chi tiết tỷ lệ lớn đối với những nơi cần thiết.

Để đọc tất cả các bản vẽ này, bạn cần hiểu ý nghĩa của các ký hiệu, các đường, và những chữ viết tắt được sử dụng.

CÁC KÝ HIỆU TRÊN BẢN VẼ

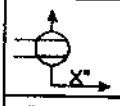
Các ký hiệu được sử dụng để đơn giản hóa công việc, giúp các họa viên thực hiện nhanh chóng bản vẽ điện. Do đó, những người cần đọc và làm việc với bản vẽ phải nắm vững các ký hiệu điện.

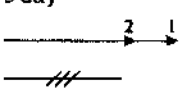
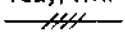
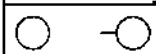
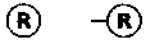
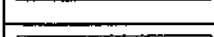
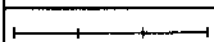
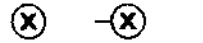
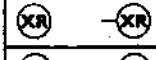
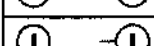
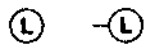
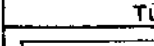
Các ký hiệu điện được sử dụng trong sách này là những ký hiệu được Viện Tiêu Chuẩn Hoa Kỳ (ANSI) công nhận. Tuy nhiên, nhiều ký hiệu thường được sửa đổi cho phù hợp với yêu cầu đặc biệt chưa có ký hiệu chuẩn. Vì lý do đó, hầu hết các bản vẽ đều kèm theo danh mục ký hiệu và các chú thích hoặc các bản ghi đặc điểm kỹ thuật. Bảng 3-1 trình bày các ký hiệu thông dụng nhất. Đây là bộ ký hiệu điện có nhiều ưu điểm: (1) dễ vẽ, (2) dễ đọc, và (3) đầy đủ cho hầu hết các ứng dụng.

Bảng 3-1 cho thấy nhiều ký hiệu có dạng cơ bản giống nhau, nhưng ý nghĩa của chúng hơi khác nhau khi được bổ sung đường thẳng, dấu hiệu, hoặc chữ viết tắt. Vì vậy, phương pháp hiệu quả để học ký hiệu điện là nắm vững các dạng cơ bản, sau đó áp dụng các biến đổi của dạng đó để có các ý nghĩa khác nhau.

Bảng 3-1. Các ký hiệu điện

Ổ cắm điện[a]	
	Ổ cắm đơn
	Ổ cắm đôi
	Ổ cắm ba
	Ổ cắm tư
	Ổ cắm đôi — đấu dây riêng
	Ổ cắm ba — đấu dây riêng
*	Ổ cắm đơn dùng cho mục đích riêng
*	Ổ cắm đôi dùng cho mục đích riêng.
R	Ổ cắm bếp lò
DW	Nối kết chuyên dụng hoặc dự phòng cho sự nối kết. Sử dụng các mẫu tự để biểu thị chức năng (DW - dishwasher (máy rửa chén); CD - clothes dryer (máy sấy quần áo),...)

	Tổ hợp nhiều ổ cắm. Kéo dài các mũi tên đến giới hạn lắp đặt. Sử dụng ký hiệu tương ứng để cho biết loại ổ cắm. Cũng ghi rõ khoảng cách của các ổ cắm dưới dạng *x* inch.
	Ổ cắm đồng hồ
	Ổ cắm quạt
	Ổ cắm đơn ở sàn nhà
	Ổ cắm đôi ở sàn nhà
	Ổ cắm chuyên dụng ở sàn nhà[a]
	Ổ cắm điện thoại ở sàn nhà — chung
	Ổ cắm điện thoại ở sàn nhà — riêng
Công tắc	
S	Công tắc một cực
S2	Công tắc hai cực
S3	Công tắc ba chiều
S4	Công tắc bốn chiều
SK	Công tắc vận hành bằng chìa khóa
SP	Công tắc và đèn báo
SL	Công tắc dùng cho hệ thống chuyển mạch điện áp thấp
SLM	Công tắc chính dùng cho hệ thống chuyển mạch điện áp thấp
	Công tắc và ổ cắm đơn
	Công tắc và ổ cắm đôi
SD	Công tắc cửa
ST	Công tắc hẹn giờ
SCB	Bộ ngắt mạch
SMC	Công tắc tiếp xúc tạm thời hoặc nút bấm không dùng cho hệ thống tín hiệu.
Mạch điện[c]	
	Hệ thống điện đi ngầm trong trần nhà hoặc tường
	Hệ thống điện đi ngầm dưới sàn.

	Hệ thống điện đi nổi Chú ý: Sử dụng nét đậm để xác định dây cấp điện chính và các phát tuyến. Biểu thị ống luồn dây rỗng bằng ký hiệu CO (conduit only).
3 dây  	Mạch nhánh chạy đến tủ điện. Số mũi tên cho biết số mạch điện. (Có thể sử dụng chữ số ở mỗi mũi tên để xác định số của mạch điện). Chú ý: Mạch điện không có ký hiệu phụ biểu thị mạch điện 2-dây. Đối với số dây lớn hơn, biểu thị bằng các gạch chéo.
4 dây, v.v.. 	Trừ khi được ghi rõ, cỡ dây của mạch điện là cỡ nhỏ nhất theo quy định của tiêu chuẩn điện. Xác định các chức năng khác của hệ thống dây điện bằng ký hiệu hoặc phương tiện khác — ví dụ, hệ thống tín hiệu.
	Dây điện uốn lên
	Dây điện uốn xuống.
Hệ thống chiếu sáng	
Trần Tường	
	Đồ gá đèn sợi nung loại treo hoặc lắp bề mặt, đèn thủy ngân, hoặc đèn tương tự.
	Đồ gá đèn sợi nung lắp chìm, đèn thủy ngân, hoặc đèn tương tự.
	Máng đơn dùng cho đèn huỳnh quang loại treo hoặc lắp bề mặt
	Máng đơn lắp chìm dùng cho đèn huỳnh quang.
	Dãy máng đèn huỳnh quang liên tiếp, loại treo hoặc lắp bề mặt.
	Dãy máng đèn huỳnh quang liên tiếp, lắp chìm.
	Dãy đèn huỳnh quang trần (không có máng).
	Đèn lối ra loại treo hoặc lắp bề mặt.
	Đèn lối ra lắp chìm.
	Đồ gá bỏ trống (chưa lắp đèn)
	Hộp nối
	Đồ gá được điều khiển bằng hệ thống chuyển mạch điện áp thấp khi rơle được lắp vào hộp outlet
Tủ điện, tổng đài điện thoại, và trang thiết bị liên quan	
	Bảng phân phối và tủ chìm

	Bảng phân phối và tủ lắp bề mặt
	Tổng đài điện thoại, trung tâm điều khiển điện, trạm phụ[a] được vẽ theo tỷ lệ.
TC	Tủ điện lắp chìm[a]. Trong các bản vẽ tỷ lệ nhỏ, chữ TC có thể được ghi dọc theo ký hiệu.
TC	Tủ điện lắp bề mặt[a]. Trong các bản vẽ tỷ lệ nhỏ, chữ TC có thể được ghi dọc theo ký hiệu.
	Hộp kéo (xác định theo tiết diện dây và kích cỡ)
	Động cơ hoặc thiết bị điều khiển công suất[a].
	Công tắc ngắt nối kết vận hành từ bên ngoài[a].
	Bộ điều khiển kết hợp và phương tiện ngắt nối kết.

[a]Trừ khi được ghi chú khác, mọi ổ cắm đều được nối đất và có tiếp điểm nối đất riêng.
b Sử dụng các mẫu tự in hoa được ghi trong Phần 2, mục a-2 của Tiêu chuẩn ANSI khi yêu cầu thiết bị chịu thời tiết, chống nổ, hoặc loại thiết bị đặc biệt khác.

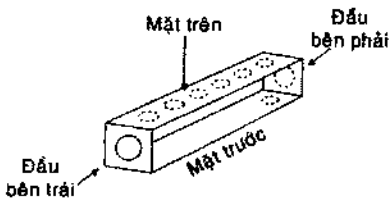
Lưu ý, một số ký hiệu chứa các chữ viết tắt, ví dụ, WP (chịu thời tiết), S (công tắc). Các ký hiệu khác là ký hiệu tượng hình giản lược, chẳng hạn, ký hiệu dùng cho công tắc an toàn và bảng điện. Trong các trường hợp khác, ký hiệu là tổ hợp chữ viết tắt và ký hiệu tượng hình, chẳng hạn, ký hiệu dùng cho các công tắc an toàn không có cầu chì.

CÁC LOẠI BẢN VẼ ĐIỆN

Các loại bản vẽ điện thông dụng nhất gồm:

1. Bản vẽ xây dựng điện.
2. Sơ đồ khối tuyến đơn.
3. Sơ đồ đi dây.

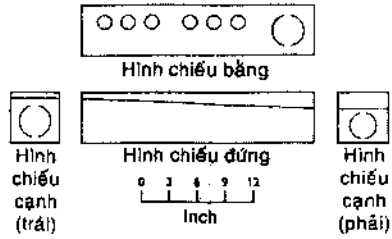
Các bản vẽ xây dựng điện minh họa cách bố trí và hình chiếu của các thiết bị điện đặc biệt; cung cấp tất cả các sơ đồ bố trí, các hình chiếu, và các bản vẽ chi tiết khác cần thiết cho sự xây dựng hệ thống điện. Ví dụ, Hình 3-1 minh họa hình phác họa máng dây điện (máng phụ). Một phía của máng có



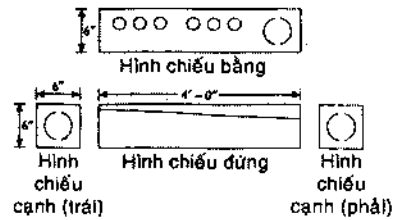
Hình 3-1. Bản vẽ phác họa

ghi "top" (mặt trên), một phía ghi "front" (mặt trước), và một phía khác ghi "end" (mặt đầu).

Hình 3-2 cũng minh họa máng này nhưng theo cách khác. Hình có ghi chữ "top" minh họa máng này khi được nhìn trực tiếp từ phía trên; hình có ghi chữ "end" được nhìn từ bên hông; và hình có chữ "front" minh họa máng này khi được nhìn thẳng từ phía trước.



Hình 3-2. Hình chiếu bằng, hình chiếu đứng, và hình chiếu cạnh



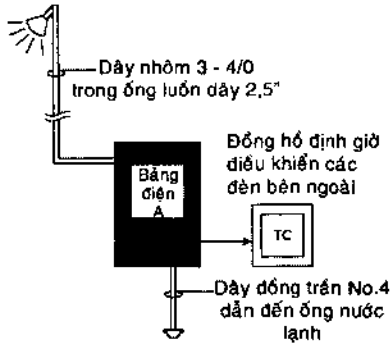
Hình 3-3. Một cách biểu diễn kích thước linh kiện điện

Chiều rộng của máng được minh họa bằng các đường ngang của hình chiếu bằng và các đường ngang trên hình chiếu đứng. Chiều cao được minh họa bằng các đường dọc trên hình chiếu đứng và hình chiếu cạnh. Chiều sâu được minh họa bằng các đường dọc trên hình chiếu bằng và các đường ngang trên hình chiếu cạnh.

Ba bản vẽ trên Hình 3-2 nêu rõ hình dạng máng dây, nhưng không cho biết kích thước máng dây, do đó, người thợ điện không thể thực hiện. Có hai phương pháp thông dụng để biểu thị chiều dài, chiều rộng, và chiều cao thực tế của máng dây. Thứ nhất, vẽ tất cả các hình theo tỷ lệ đã cho, ví dụ, 1,5 inch = 1 ft. Nghĩa là 1,5 inch trên bản vẽ tương đương với 1 ft trên thực tế. Phương pháp thứ hai là ghi các kích thước lên bản vẽ, như Hình 3-3. Lưu ý, độ dày và loại vật liệu cũng được cung cấp trên bản vẽ này. Phải có đủ dữ liệu để trình bày cách chế tạo bảng điện.

Các bản vẽ xây dựng điện nêu trên chủ yếu được các nhà sản xuất thiết bị điện sử dụng. Người lắp đặt hệ thống điện thường xem các bản vẽ lắp đặt điện. Loại bản vẽ xây dựng điện này thường được bổ sung vào các bản vẽ hệ thống điện của tòa nhà, sử dụng cho sự lắp đặt cụ thể, và thường được đối chiếu với bản vẽ chi tiết điện.

Các sơ đồ điện có mục đích minh họa các linh kiện điện và các nối kết liên quan của chúng. Trên các sơ đồ, ký hiệu điện được sử dụng để biểu diễn nhiều linh kiện khác nhau. Các đường kẻ được sử



Hình 3-4. Sơ đồ cấp điện

dụng để nối kết các ký hiệu này, cho biết kích cỡ, chủng loại, và số lượng dây điện cần thiết để hoàn chỉnh mạch điện.

Các nhà thầu lắp đặt điện thường tiếp xúc với các *sơ đồ khối tuyến đơn*. Các sơ đồ này được sử dụng để trình bày cách bố trí các thiết bị điện trên bản vẽ thi công điện. Sơ đồ cấp điện trên Hình 3-4 là ví dụ tiêu biểu về các bản vẽ này, trong đó minh họa bảng điện và tất cả các thiết bị liên quan, cùng với các đường nối kết biểu thị các mạch điện và các phát tuyến. Các chú thích được sử dụng để xác định từng thiết bị và cho biết kích cỡ ống luồn dây cần thiết đối với mỗi mạch điện hoặc phát tuyến, cùng với số lượng, kích cỡ, và loại cách điện trên các dây dẫn trong mỗi ống luồn dây.

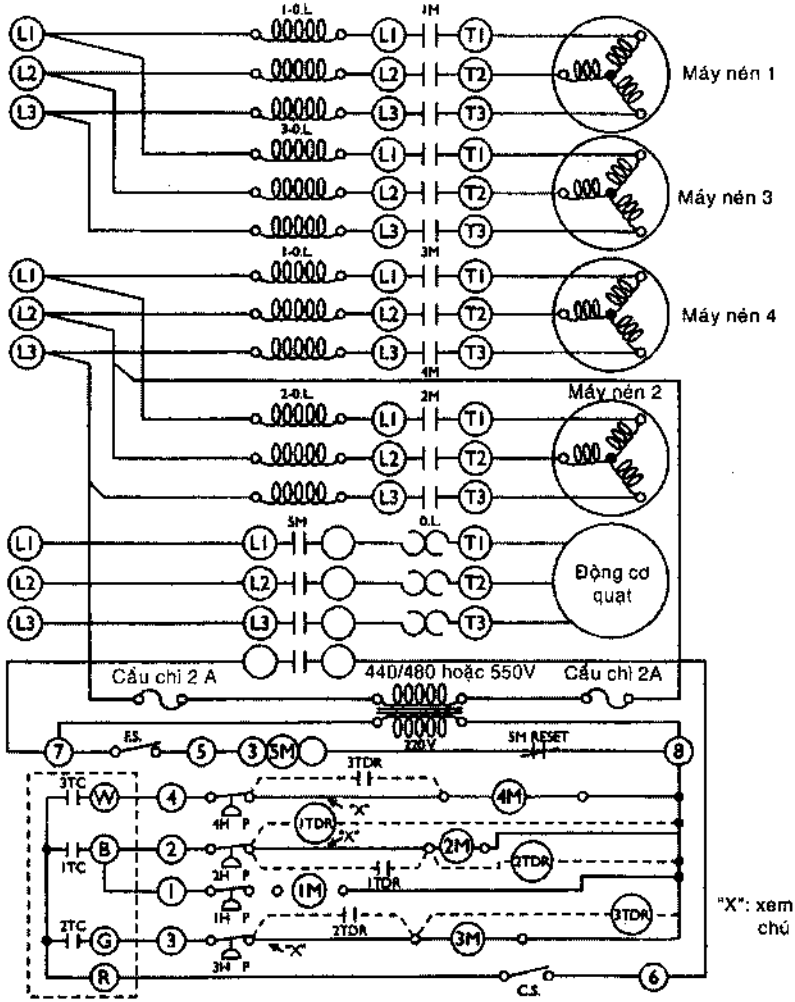
Sơ đồ đi dây (Hình 3-5) tương tự sơ đồ khối tuyến đơn, nhưng cung cấp thông tin chi tiết hơn và minh họa kích thước thực và số lượng dây điện được sử dụng cho các nối kết điện.

Những người làm việc trong công nghiệp lắp đặt điện thường gặp cả ba loại bản vẽ điện nêu trên. Vì vậy, điều quan trọng đối với những người này là hiểu đầy đủ các bản vẽ điện, sơ đồ đi dây, và thông tin bổ sung trên các bản vẽ thi công và bản ghi đặc điểm kỹ thuật.

SƠ ĐỒ ĐI DÂY

Sơ đồ đi dây hoàn chỉnh ít khi được sử dụng trên các bộ bản vẽ thi công điện thông thường (chỉ dùng cho các hệ thống phức tạp, chẳng hạn, các mạch điều khiển), nhưng điều quan trọng là phải hiểu chúng một cách thấu đáo khi cần diễn giải chúng.

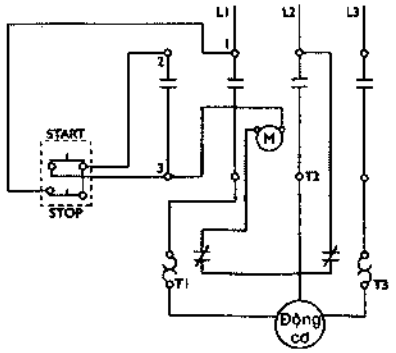
Các linh kiện trên sơ đồ đi dây được biểu diễn bằng ký hiệu, và mỗi dây điện được minh họa riêng biệt hoặc gộp vào nhóm nhiều dây xuất hiện dưới dạng một đường kẻ trên bản vẽ. Tuy nhiên, mọi dây trong nhóm đều được đánh số. Hình 3-6 minh họa sơ đồ đi dây hoàn chỉnh đối với bộ khởi động từ của động cơ ac ba pha. Lưu ý, sơ đồ này minh họa nhiều thiết bị khác nhau (dưới dạng ký hiệu) và cho biết cách nối kết tất cả các dây giữa những thiết bị đó.



Hình 3-5. Sơ đồ đi dây.

Hình 3-7 cung cấp danh mục ký hiệu thông dụng đối với sơ đồ tuyến đơn. Các sơ đồ tuyến đơn là phiên bản giản lược của các sơ đồ mạch hoàn chỉnh. Hình 3-8 trình bày cách sử dụng các ký hiệu này trên sơ đồ tuyến đơn của hệ thống phân phối điện công nghiệp.

Sơ đồ cấp điện có lẽ là sơ đồ thường gặp nhất trên các bản vẽ thi công điện đối với công trình xây dựng. Các sơ đồ này cung cấp hình ảnh của các linh kiện sẽ được sử dụng và cách nối kết chúng



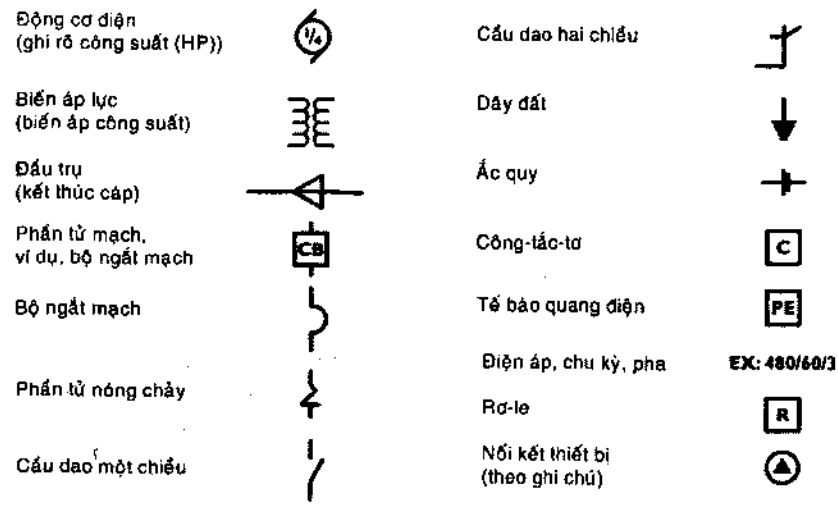
Hình 3-6. Sơ đồ đấu nối bộ khởi động từ của động cơ.

với nhau. Loại sơ đồ này khá dễ hiểu so với các sơ đồ đã trình bày. Ví dụ, so sánh sơ đồ cấp điện trên Hình 3-9 với sơ đồ mạch trên Hình 3-10. Cả hai là sơ đồ đi dây của cùng một hệ thống điện, nhưng sơ đồ trên Hình 3-9 rất đơn giản, mặc dù phải có bản kê bổ sung để cung cấp tất cả các dữ liệu cần thiết cho sự lắp đặt hệ thống. Loại sơ đồ này cũng thông dụng trên các máy điện thoại, TV, thiết bị báo động, và các hệ thống tương tự.

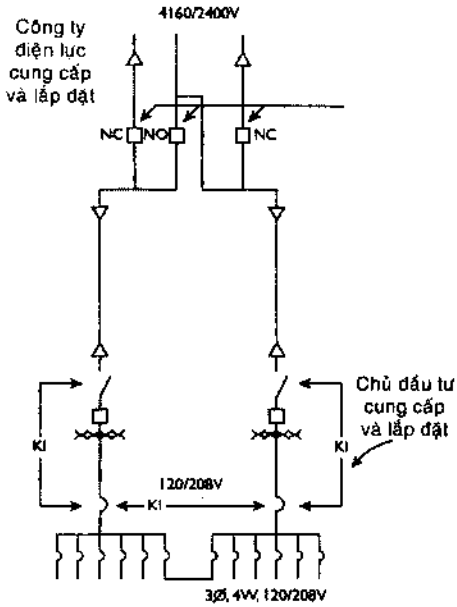
SƠ ĐỒ MẶT BẰNG

Sơ đồ mặt bằng là bản vẽ mặt bằng minh họa toàn bộ khuôn viên xây dựng, với các tòa nhà được vẽ theo vị trí chính xác của chúng trên lô đất. Các sơ đồ mặt bằng đôi khi bao gồm vỉa hè, đường nội bộ, đường phố, và các hệ thống tiện ích liên quan đến tòa nhà.

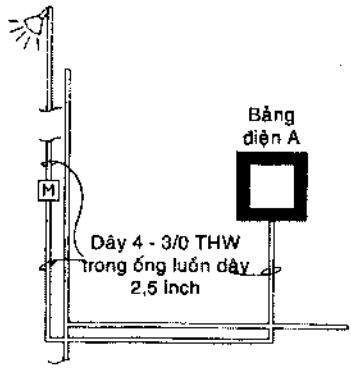
Trên hầu hết bản vẽ xây dựng, sơ đồ mặt bằng được vẽ theo tỷ lệ của người kỹ sư thay vì theo tỷ lệ của kiến trúc sư.



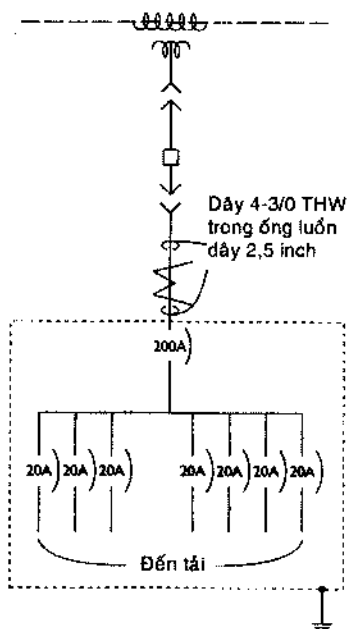
Hình 3-7. Các ký hiệu dùng cho sơ đồ tuyến đơn



Hình 3-8. Sơ đồ hệ thống phân phối điện công nghiệp.



Hình 3-9. Sơ đồ cấp điện



Hình 3-10. Sơ đồ mạch của hệ thống trên Hình 3-9.

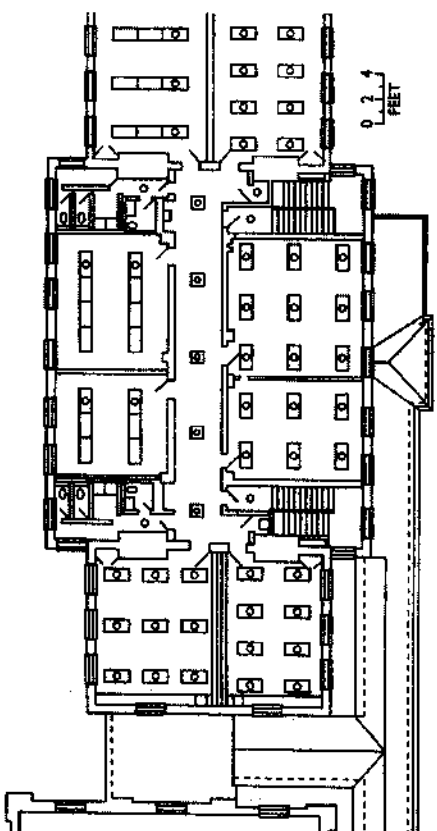
Trong thực tế xây dựng dân dụng thông thường, trách nhiệm của chủ đầu tư là cung cấp cho kiến trúc sư bản đồ lô đất và bản đồ địa hình do nhân viên địa chính hoặc kỹ sư xây dựng thực hiện. Các bản đồ này sẽ cho biết (1) tất cả các ranh giới của lô đất, (2) cơ sở hạ tầng hiện hữu và vị trí của chúng trên hoặc gần lô đất, (3) hướng dốc của đất, và (4) tình trạng đất (có sỏi đá, ẩm ướt, ...).

Sơ đồ vị trí được sử dụng để kết hợp tất cả các tiện ích mới. Người lắp đặt hệ thống điện sẽ được hướng dẫn về các đường dây phân phối điện, đường dây điện thoại, và đường cáp truyền hình, đặc biệt khi chúng đi ngầm dưới đất.

CÁCH TRÌNH BÀY CÁC BẢN VẼ ĐIỆN

Bản vẽ điện hoàn hảo phải minh họa rõ ràng và đầy đủ các yêu cầu đối với người lắp đặt điện. Lượng dữ liệu trên các bản vẽ phải đầy đủ, nhưng không thừa. Đáng tiếc là điều này không phải lúc nào cũng được đáp ứng. Chất lượng các bản vẽ điện thay đổi rất nhiều.

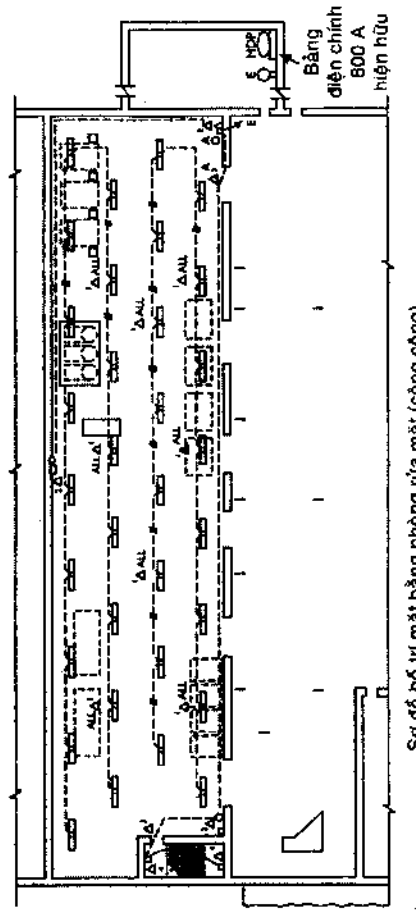
Nói chung, bộ bản vẽ điện tốt phải có sơ đồ sàn của mỗi tầng trong tòa nhà (giả sử tòa nhà có nhiều tầng), bao gồm một bản vẽ hệ thống chiếu sáng và một bản vẽ mạch động lực; các sơ đồ cấp điện trình bày thiết bị phục vụ, các phát tuyến, và trang thiết bị truyền thông; các bảng kê cho biết những linh kiện của thiết bị phục vụ, các giá đèn và trang thiết bị tương tự; và các bản vẽ chi tiết tỷ lệ lớn đối với các phần đặc biệt của hệ thống điện. Phần chú thích và danh mục ký hiệu điện cũng phải cung cấp trên các bản vẽ để giải thích ý nghĩa của mỗi ký hiệu, đường kẻ, và biểu tượng được sử dụng trên các bản vẽ. Những điều không thể diễn giải bằng ký hiệu và đường kẻ phải được giải thích bằng các ghi chú có đánh dấu rõ ràng, hoặc giải thích trong các bản đặc điểm kỹ thuật. Tỷ lệ bản vẽ cũng quan trọng. Bản vẽ phải đủ lớn để có thể trình bày chính xác các kích thước vị trí và bổ sung các đường kích thước. Trên Hình 3-11 là bản vẽ điện được thực hiện cẩu thả; Hình 3-12 minh họa bản vẽ tương đối tốt. Theo Hình 3-11, nhà thầu điện sẽ phải bố trí hoặc thiết kế các phần của hệ thống điện trước khi có thể lắp đặt một cách chính xác.



Hình 3-11. Bản vẽ điện chất lượng thấp

Sau đây là các bước cần thiết để lập bộ bản vẽ thi công điện tốt và các bản đặc điểm kỹ thuật:

1. Kỹ sư hoặc người thiết kế điện phải tiếp xúc với kiến trúc sư và chủ đầu tư để thảo luận về nhu cầu điện của tòa nhà và các công việc do tất cả các bên thực hiện.
2. Sau khi thống nhất các số liệu trong Bước 1, kiến trúc sư sẽ phác họa sơ đồ sàn trên giấy can rồi sao thành nhiều bản.
3. Kỹ sư hoặc người thiết kế tính các yêu cầu động lực và chiếu sáng của tòa nhà, phác thảo chúng lên các bản in.
4. Tất cả các hệ thống báo động và truyền thông được bố trí trên sơ đồ sàn cùng với các tủ điện động lực và chiếu sáng. Các hệ thống này cũng được phác họa trên giấy in.



Hình 3-12. Bản vẽ điện chất lượng tốt

5. Tính toán mạch điện để xác định cỡ dây và thiết bị bảo vệ quá dòng, sau đó phản ánh lên các bản vẽ.
6. Sau khi xác định tất cả các phụ tải trong tòa nhà, chọn thiết bị cấp điện chính và các thiết bị liên quan (biến áp,...); phác họa chúng lên giấy in.
7. Xác định các loại thiết bị điện.
8. Thực hiện sơ đồ đi dây để cho biết cách nối kết các thiết bị điện khác nhau. Danh mục ký hiệu điện cũng được đưa vào để xác định các ký hiệu được sử dụng trên bản vẽ.

9. Nếu cần, bổ sung các bản vẽ chi tiết tỷ lệ lớn để trình bày chính xác các yêu cầu đối với người thợ điện.
10. Thực hiện các bản ghi đặc điểm kỹ thuật để trình bày các vật liệu và phương pháp lắp đặt.

Nếu thực hiện chính xác các bước này trong quá trình chuẩn bị, bộ bản vẽ thi công điện sẽ đầy đủ chi tiết và chính xác, cho phép lắp đặt hệ thống điện nhanh hơn.

CÁC DANH MỤC

Danh mục liên quan đến các bản vẽ điện là phương pháp trình bày các ghi chú một cách có hệ thống hoặc liệt kê các thiết bị trên bản vẽ dưới dạng bảng. Khi được sắp xếp chính xác và hiểu thấu đáo, danh mục không chỉ là phương pháp hiệu quả, tiết kiệm thời gian đối với các họa viên, mà còn tiết kiệm thời gian quý báu của người thợ điện trong quá trình lắp đặt thiết bị tại công trường.

Ví dụ, danh mục giá đèn trên Hình 3-13 liệt kê loại giá đèn theo chữ cái hoặc chỉ số trên các bản vẽ. Trong đó bao gồm nhà sản xuất, số hiệu, kích cỡ, và loại đèn dùng cho mỗi giá đèn. Các cột điện áp và cách lắp đặt, và cột cuối cùng bên phải dùng để ghi các lưu ý đặc biệt, ví dụ, độ cao lắp đặt giá đèn.

Đôi khi các danh mục được đưa vào các bản ghi đặc điểm kỹ thuật, thay vì ghi trên các bản vẽ. Điều này không hợp lý, vì đọc

Danh mục thiết bị chiếu sáng

Loại đế	Thông tin của nhà sản xuất	Đèn		Volt	Giá lắp	Chú thích
		Số	Loại			

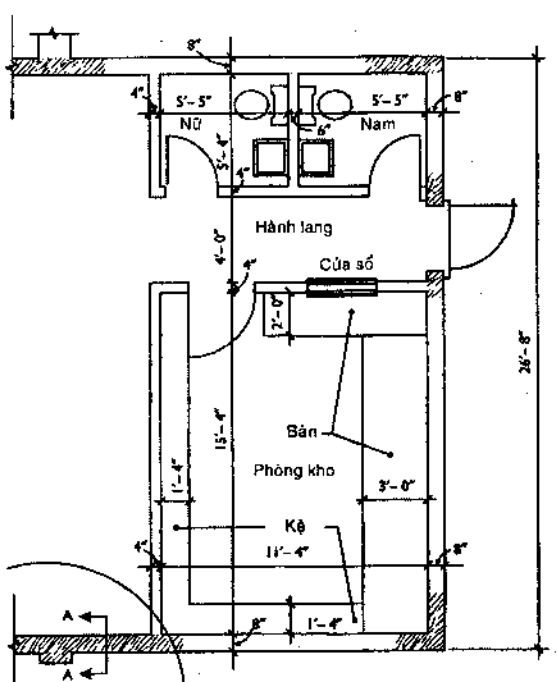
Hình 3-13. Danh mục giá đèn

toàn bộ bản ghi đặc điểm kỹ thuật sẽ mất nhiều thời gian. Hơn nữa, người thợ điện ít khi xem các bản ghi đặc điểm kỹ thuật trong khi làm việc, trái lại, họ thường xem các bản vẽ thi công.

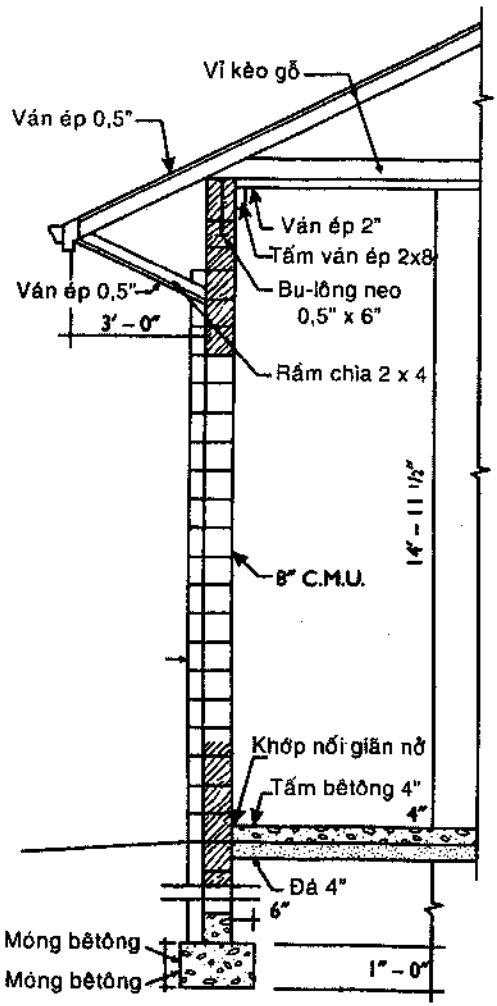
CÁC MẶT CẮT

Đôi khi khó thể hiện cấu trúc của tòa nhà bằng các hình chiếu thường được sử dụng trên bản vẽ điện. Ví dụ, nếu sử dụng quá nhiều nét đứt để minh họa các vật thể bị che khuất trong tòa nhà hoặc thiết bị, bản vẽ sẽ rối rắm và khó đọc. Do đó, trong hầu hết các trường hợp, tòa nhà được minh họa trên các bản vẽ thi công thành nhiều phần để làm sáng tỏ cấu trúc của tòa nhà. Để hiểu rõ mặt cắt của tòa nhà, bạn hãy tưởng tượng tòa nhà được cắt thành nhiều phần bằng cưa. Sơ đồ sàn trên Hình 3-14 minh họa đường cắt tại điểm A-A; và mặt cắt này được minh họa trên Hình 3-15.

Khi làm việc với các mặt cắt, điều quan trọng là sử dụng trí tưởng tượng tối đa. Một số mặt cắt rất dễ đọc, nhưng một số khác



Hình 3-14. Bản vẽ sàn minh họa cắt tại A-A

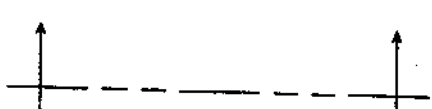


Mặt cắt tường

Hình 3-15. Mặt cắt của đường cắt trên Hình 3-14.

cực kỳ khó, vì không có quy tắc xác định mặt cắt sẽ như thế nào. Ví dụ, đoạn ống luồn dây cứng cắt dọc sẽ có dạng chữ nhật; cắt ngang, sẽ có dạng hình tròn; nhưng nếu cắt xiên, sẽ là hình ellip.

Đường mặt cắt (Hình 3-16) có các đầu mũi tên để minh họa hướng nhìn mặt cắt. Các mẫu tự A-A hoặc B-B thường được sử dụng với các đường mặt cắt để xác định mặt cắt và các hình vẽ mặt cắt tương ứng.



Hình 3-20. Đường mặt cắt

Chương 4

ĐỘNG CƠ, BỘ ĐIỀU KHIỂN, VÀ MẠCH ĐIỆN

Động cơ là một trong các thiết bị điện thông dụng nhất. Chúng có nhiều kích cỡ, từ động cơ y tế được thiết kế đặc biệt dài chưa tới 1 inch đến các thiết bị công nghiệp khổng lồ có công suất hàng ngàn mã lực. Phân khúc giữa là hàng trăm loại động cơ dùng cho hàng ngàn ứng dụng khác nhau. Vì vậy, điều quan trọng đối với người lắp đặt điện là hiểu các nguyên tắc ứng dụng và đấu nối động cơ. Nói chung, có thể phân chia các nguyên tắc này thành bốn nhóm:

1. **An toàn cơ khí**. Bạn phải bảo đảm bản thân các động cơ không gây nguy hiểm. Ví dụ, không lắp các động cơ hở (không có bao che) trong khu vực có thể thu hút trẻ em tò mò đến khám phá và bị tổn thương. Tương tự, bạn nên lắp bộ ly hợp lên động cơ để tránh khả năng gây thương tích cho người vận hành máy.
2. **Tính ổn định cơ học và sự vận hành**. Có nhiều ứng suất cơ học tác động lên động cơ. Một trong các lực quan trọng là sự rung động, có tác dụng nới lỏng các ốc vít. Sự rung động gây ra nhiều trở ngại cho động cơ và thiết bị được truyền động. Các thiết bị xung quanh cũng có thể bị ảnh hưởng.
3. **An toàn điện**. Vấn đề quan trọng nhất là bảo đảm các động cơ không trở thành nguyên nhân gây tai nạn điện hoặc hư hỏng. Một vấn đề khác là bảo đảm các động cơ không gây sự cố cho hệ thống điện.
4. **Các mạch điện**. Điều quan tâm sau cùng là mạch điện phải có khả năng cung cấp năng lượng cho các động cơ vận hành liên tục và chính xác. Nhu cầu điện của các động cơ thường thay đổi. Trước hết, chúng có thể yêu cầu dòng điện khởi động lớn. (Động cơ đủ tải có thể rút dòng điện khởi động cao gấp 4 đến 8 lần dòng điện toàn tải của chúng, một số trường hợp còn cao hơn). Chúng cũng đưa nhiều điện kháng cảm ứng vào hệ thống điện. Và do rút dòng điện cao, một số động cơ làm mạch điện bị quá nhiệt nhiều hơn các loại phụ tải khác.

Người lắp đặt có trách nhiệm bảo đảm thiết bị được lắp đặt an toàn đối với người dùng (trong trường hợp này là các động cơ điện).

NHỮNG ĐIỀU CĂN BẢN

Hoạt động của động cơ điện không chỉ phụ thuộc vào dòng điện và điện áp, mà còn liên quan đến từ trường và các đặc tính của chúng.

Về cơ bản, tất cả các động cơ điện đều vận hành theo nguyên lý cảm ứng điện từ. Nói đơn giản, cảm ứng điện từ là sự tương tác giữa các dây dẫn, dòng điện, và từ trường. Mỗi khi đi qua dây dẫn (phổ biến nhất là dây đồng), dòng điện tạo ra từ trường bao quanh dây dẫn. Ngược lại, khi đi qua dây dẫn, từ trường cũng cảm ứng dòng điện vào dây dẫn. Đây là các định luật vật lý thuần túy và bất biến.

Sự vận dụng hai định luật này, kết hợp với các nguyên lý đẩy hút của từ trường, là cơ sở vận hành động cơ. Tức là dùng cảm ứng điện từ để biến đổi dòng điện thành lực vật lý làm quay động cơ.

Nhưng điều này xảy ra như thế nào? Các hoạt động căn bản của động cơ điện như sau: Dòng điện được truyền qua các cuộn dây của động cơ, tạo ra từ trường mạnh bao quanh các cuộn dây. Từ trường này hút rotor về phía từ trường, tạo ra chuyển động ban đầu của động cơ. Sự chuyển động này được duy trì bằng cách cho từ trường quay. Phương pháp thông dụng nhất là sử dụng nhiều cuộn dây để luân phiên tiếp nhận dòng điện, làm cho cường độ từ trường tập trung vào điểm này và điểm khác ở các thời điểm kế tiếp nhau. Rotor sẽ quay theo các trường này và tạo ra chuyển động liên tục.

Mặc dù đã có nhiều biến đổi, nhưng đây là nguyên lý hoạt động của tất cả các động cơ. Tùy theo thiết kế động cơ, bạn có thể tăng hoặc giảm công suất, vận hành ở các điện áp khác nhau, và điều khiển tốc độ động cơ.

LẮP ĐẶT ĐỘNG CƠ

Nói chung, các động cơ phải được lắp đặt ở nơi thông thoáng để có thể thực hiện các hoạt động bảo trì một cách dễ dàng.

Các động cơ hở (các cuộn dây không được che kín hoàn toàn) có bộ đảo mạch hoặc vành góp phải được bố trí sao cho các tia lửa từ động cơ không thể vươn tới những vật liệu dễ cháy. Tuy nhiên, điều này không ngăn cấm lắp đặt động cơ trên sàn gỗ.

Trong các khu vực nhiều bụi cần sử dụng động cơ được che kín thích hợp.

Một trong những yếu tố quan trọng nhất khi lắp đặt động cơ điện là độ cứng vững, hạn chế sự rung động đến mức chúng không

thể trở thành vấn đề. Nếu nghi ngờ, bạn nên sử dụng đồ gá chống rung đặc biệt.

Khi lắp động cơ trên nền bê tông, phương pháp tốt nhất là sử dụng các bulông chữ J đặt sẵn trong quá trình đổ bê tông. Trong trường hợp này, cần chuẩn bị các dưỡng định vị một cách cẩn thận và kiểm tra sự lắp đặt chính xác chúng trong khi đổ bê tông.

Đối với nền bê tông hiện hữu, bạn nên dùng mỏ neo lớn bằng chì. Trong trường hợp này, sự vững mạnh tối đa rất quan trọng. Nếu mỏ neo bị lỏng, sự rung động của động cơ sẽ tăng đột ngột, bu lông bị nới lỏng thêm, và động cơ nhanh chóng gặp sự cố.

Khi lắp động cơ với đế kim loại, bạn hãy khoan và ta-rô đế kim loại. Sử dụng các vít máy và vòng khóa để cố định động cơ.

Khi lắp động cơ với đế gỗ, tốt nhất là khoan lỗ xuyên qua đế và siết chặt động cơ bằng các bu lông lớn, vòng đệm, và vòng khóa. Đối với động cơ nhỏ lắp trên đế gỗ vững chắc, bạn có thể sử dụng vít gỗ hoặc vít bắt kim loại tấm cỡ lớn.

BẢO TRÌ

Chế độ bảo trì đều đặn là cần thiết đối với mọi động cơ. Mặc dù hầu hết động cơ ac đời mới không cần bôi trơn hoặc thay chổi than như các động cơ đời cũ, nhưng chúng cũng cần kiểm tra định kỳ để tìm hư hỏng. Những vấn đề cần kiểm tra là mức rung động, quá nhiệt, và sự thẳng hàng của các puli, bánh răng, hoặc dây đai.

Bạn nên lập danh mục bảo trì động cơ để theo dõi các hoạt động bảo trì. Trong đó liệt kê số hiệu và vị trí của động cơ, đặc tính vận hành căn bản, và dữ liệu sửa chữa đối với một số động cơ.

Trong những năm gần đây, nhiều chương trình máy tính cho phép lưu trữ dữ liệu của nhiều động cơ. Bạn có thể chọn phương pháp phù hợp và hiệu quả đối với bạn.

Nói chung, tất cả các động cơ điện công nghiệp phải được bảo trì cẩn thận, ít nhất mỗi tháng một lần. Nhiều động cơ đời cũ có vú mỡ; nhưng hầu hết các động cơ đời mới không có. Tuy nhiên, tất cả đều cần kiểm tra định kỳ và cung cấp những gì chúng cần.

DÂY DẪN DÙNG CHO CÁC MẠCH ĐỘNG CƠ

Xác định chính xác kích cỡ các dây cấp điện cho động cơ và thiết bị bảo vệ quá dòng là những yếu tố quan trọng nhất khi lắp đặt động

cơ. Hình 4-1 trình bày tóm tắt các bước thiết kế mạch động cơ, cho phép xác định nhanh các yêu cầu của mạch điện.

Các dây mạch nhánh cấp điện cho *động cơ đơn lẻ* phải có khả năng tải dòng điện ít nhất là bằng 125% định mức dòng điện toàn tải của động cơ, vì xung dòng điện nhất thời do động cơ gây ra có thể làm quá nhiệt dây dẫn có kích cỡ chỉ vừa đủ để mang dòng điện toàn tải. (Định mức này được ghi trong các *Bảng 430.147* đến *430.150* của NEC (Tiêu chuẩn Điện Hoa Kỳ).

Đối với *động cơ chỉ sử dụng theo các chu kỳ ngắn*, có thể giảm định mức dòng điện mạch nhánh theo *Bảng 430.22(E)* của NEC.

Trong hệ thống nửa-sóng, dây dẫn của *động cơ dc được cấp điện bằng bộ chỉnh lưu một pha* phải có định mức bằng 190% dòng điện toàn tải, và bằng 150% dòng điện toàn tải đối với hệ thống toàn-sóng. (Do các động cơ dc có thể rút dòng điện cao từ bộ chỉnh lưu).

THIẾT KẾ MẠCH ĐIỆN ĐỘNG CƠ
Đối với một động cơ
1. Xác định dòng điện toàn tải của động cơ (*Bảng 430.150* trong NEC dùng cho 3 pha). 2. Nhân dòng điện toàn tải với 1,25 để xác định dung lượng ampere tối thiểu của dây dẫn (*Phần 430.22(A)* của NEC). 3. Xác định cỡ dây (*Bảng 310.16* của NEC). 4. Xác định cỡ ống luồn dây (*Bảng C4* của NEC). 5. Xác định kích cỡ tối thiểu của cầu chì hoặc bộ ngắt mạch (*Bảng 430.72(B)*) (*Phần 430.32(C)* của NEC). 6. Xác định định mức quá tải (*Phần 430.32(C)* của NEC)
Đối với nhiều động cơ
1. Thực hiện các bước từ 1 đến 6 trong phần trên. 2. Cộng dòng điện toàn tải của tất cả các động cơ, cộng thêm 25% dòng điện toàn tải của động cơ lớn nhất để xác định dung lượng ampere tối thiểu của dây dẫn (*Phần 430.24* của NEC). 3. Xác định kích cỡ dây điện (*Bảng 310.16* của NEC). 4. Xác định kích cỡ ống luồn dây (*Bảng C4* của NEC). 5. Xác định kích cỡ cầu chì hoặc bộ ngắt mạch của động cơ lớn nhất, cộng thêm dòng điện toàn tải của tất cả các động cơ khác để xác định cỡ tối đa của cầu chì hoặc bộ ngắt mạch dùng cho phát tuyến (lộ) này ((*Phần 430.24*) (*Phần 240.6*) của NEC)

Hình 4-1. Xác định kích cỡ mạch điện động cơ.

Đối với *bộ đổi pha*, các dây dẫn một-pha cấp điện cho bộ đổi pha phải có khả năng tải dòng điện ít nhất là gấp 2,16 lần dòng điện toàn tải của động cơ hoặc phụ tải. (Giả sử các điện áp bằng nhau. Nếu điện áp không bằng nhau, phải nhân dòng điện tính toán với kết quả chia điện áp ra cho điện áp vào).

Dây nối các cuộn phụ của *động cơ rotor dây quấn vận hành liên tục* với các bộ điều khiển của chúng phải có định mức dòng điện tối thiểu là 125% dòng điện cuộn phụ toàn tải.

Khi phụ tải được lắp cách xa bộ điều khiển, phải xác định khả năng tải dòng điện của các dây dẫn giữa bộ điều khiển và phụ tải theo *Bảng 430.23(C)* của NEC.

DÂY CẤP ĐIỆN CHO NHIỀU ĐỘNG CƠ HOẶC BỘ ĐỔI PHA

Các dây cấp điện cho *hai hoặc nhiều động cơ* phải có khả năng tải dòng điện bằng hoặc cao hơn tổng dòng điện toàn tải của tất cả các động cơ, cộng thêm 25% dòng điện toàn tải của động cơ có định mức cao nhất. Nếu mạch khóa liên động bảo đảm tất cả các động cơ không thể vận hành đồng thời, có thể thực hiện tính toán dựa trên nhóm động cơ lớn nhất có khả năng vận hành đồng thời.

Có thể nối kết *nhiều động cơ* với một mạch nhánh, nếu đáp ứng các yêu cầu sau:

1. Các động cơ lắp trên mạch nhánh chung không được bảo vệ quá tải phải có công suất 1 mã lực trở xuống (giả sử mọi yêu cầu khác được đáp ứng).
2. Dòng điện toàn tải không được quá 6 ampere.
3. Không được vượt quá định mức của thiết bị bảo vệ mạch nhánh ghi trên bộ điều khiển bất kỳ.

Các dây cấp điện cho hai hoặc nhiều động cơ phải được lắp thiết bị bảo vệ có định mức không lớn hơn định mức cao nhất của thiết bị bảo vệ động cơ bất kỳ trong nhóm, cộng với tổng dòng điện toàn tải của các động cơ khác.

Những nơi sử dụng *phát tuyến công suất lớn* để dự phòng cho sự phát triển trong tương lai, định mức thiết bị bảo vệ phát tuyến này có thể dựa vào khả năng tải dòng điện của các dây phát tuyến.

Các *bộ đổi pha* phải có khả năng xử lý dòng điện bằng 1,73 lần định mức dòng điện toàn tải của tất cả các động cơ cộng thêm 25% dòng điện toàn tải của động cơ có định mức cao nhất trong nhóm.

(Giả sử các điện áp bằng nhau. Nếu không, nhân dòng điện tính toán với kết quả chia điện áp ra cho điện áp vào). Nếu định mức ampere của các dây ngõ ra ba pha thấp hơn 58% định mức dòng điện của ngõ vào một pha, cần có biện pháp bảo vệ quá dòng riêng trong phạm vi 10 ft (3 mét) tính từ bộ đổi pha.

DÂY CẤP ĐIỆN CHO NHIỀU ĐỘNG CƠ VÀ CÁC PHỤ TẢI KHÁC

Dây cấp điện chung cho các động cơ và phụ tải khác phải được tính theo tải động cơ như đã trình bày ở trên, các phụ tải khác tính theo quy định cụ thể trong NEC, sau đó cộng tất cả các tải với nhau.

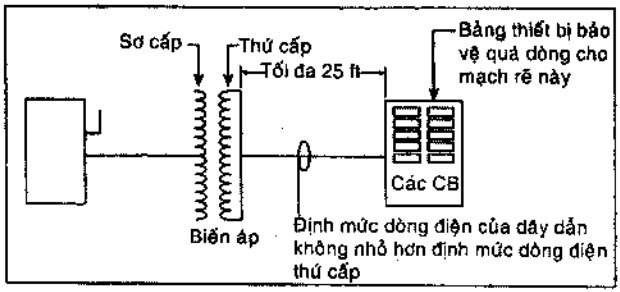
Nếu thực hiện rẽ nhánh từ dây phát tuyến, các *dây rẽ nhánh* phải kết thúc trong thiết bị bảo vệ mạch nhánh, và phải:

1. Có cùng định mức dòng điện với các dây phát tuyến; hoặc
2. Được bảo vệ bằng mương cáp (raceway) hoặc bộ điều khiển, và không dài quá 25 ft; hoặc
3. Có định mức dòng điện ít nhất phải bằng một phần ba định mức dòng điện của dây phát tuyến, phải được bảo vệ và không dài hơn 25 ft.

Hình 4-2 minh họa một mạch rẽ nhánh.

Với các xưởng sản xuất có chiều cao tường từ sàn đến trần nhà trên 25 ft, mạch rẽ được phép dài hơn 25 ft. Trong trường hợp này:

1. Các dây mạch rẽ phải có định mức dòng điện ít nhất là bằng một phần ba định mức của các dây phát tuyến.
2. Các dây mạch rẽ phải kết thúc trong bộ ngắt mạch tương ứng hoặc bộ cầu chì.
3. Các dây mạch rẽ phải được bảo vệ chống hư hỏng và lắp trong mương cáp.



Hình 4-2. Các mạch rẽ không được dài hơn 25 ft.

4. Các dây mạch rẽ phải liên tục, không có mối nối.
5. Kích cỡ tối thiểu của dây mạch rẽ là dây đồng No.6 AWG hoặc dây nhôm No.4 AWG (Cỡ dây tiêu chuẩn của Mỹ).
6. Các dây mạch rẽ không được xuyên qua sàn, tường, hoặc trần.
7. Phần dây mạch rẽ chạy ngang không được quá 25 ft và chiều dài tổng không lớn hơn 100 ft.

Các phát tuyến cấp điện cho các động cơ và tải chiếu sáng phải được định cỡ để mang toàn bộ tải chiếu sáng cộng với tải động cơ.

SỰ NỐI ĐẤT

Như hầu hết thiết bị điện khác, động cơ cần được nối đất để bảo đảm an toàn. Có rất ít ngoại lệ, quy định này áp dụng cho hầu hết các động cơ. Sau đây là quy định chung về nối đất:

Khung của các *động cơ di động* vận hành ở điện áp trên 150 volt phải được nối đất hoặc bảo vệ.

Khung của các động cơ cố định phải được *nối đất* (hoặc cách ly tuyệt đối và hiệu quả với đất) trong các trường hợp sau:

1. Khi được cấp điện bằng dây bọc kim loại.
2. Những nơi ẩm ướt.
3. Những vị trí nguy hiểm.
4. Nếu cực bất kỳ của động cơ có trên 150 volt so với đất.

Vỏ của tất cả các bộ điều khiển phải được nối đất, trừ khi được lắp với thiết bị di động không tiếp đất.

Các *thiết bị có lắp bộ điều khiển* phải được nối đất.

BẢO VỆ QUÁ TẢI

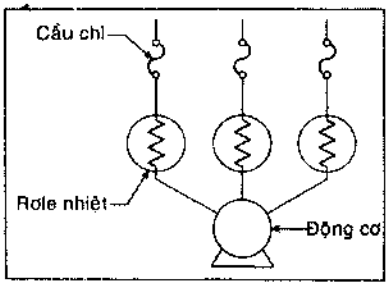
Sự bảo vệ quá tải không được yêu cầu đối với những nơi mà sự bảo vệ này có thể tăng hoặc gây nguy hiểm, chẳng hạn, sử dụng thiết bị bảo vệ quá tải trên các bơm chữa lửa.

Các *động cơ vận hành liên tục có công suất trên 1 mã lực* phải được bảo vệ quá tải. Sự bảo vệ này có thể ở một trong các dạng sau:

1. Lắp thiết bị bảo vệ quá tải đáp ứng với dòng điện động cơ. Các thiết bị này phải được điều chỉnh để cắt nguồn ở dòng điện bằng 115% dòng điện toàn tải của động cơ (dựa vào định mức trên bảng tên). Với các động cơ có hệ số làm việc tối thiểu 1,15 hoặc

nhiệt độ tăng không quá 40°C, có thể điều chỉnh thiết bị bảo vệ của chúng cắt nguồn ở 125% dòng điện toàn tải (Hình 4-3).

2. Cũng có thể chấp nhận bất kỳ phương pháp bảo vệ quá tải nào do nhà sản xuất đưa vào động cơ (không phải do người lắp đặt).



Hình 4-3. Cách bố trí thiết bị bảo vệ quá tải cho động cơ.

Các động cơ *1 mã lực trở xuống* không được lắp cố định, khởi động bằng tay, và ở gần các bộ điều khiển xem như được bảo vệ quá tải bằng thiết bị bảo vệ mạch nhánh của chúng. Có thể lắp chúng trên các mạch 120 V lên đến 20 A.

Các động cơ 1 HP trở xuống, lắp cố định, khởi động tự động, hoặc ở xa bộ điều khiển của chúng có thể được bảo vệ quá tải bằng một trong các phương pháp sau:

1. Lắp thiết bị bảo vệ quá tải đáp ứng theo dòng điện của động cơ. Thiết bị này phải được điều chỉnh để cắt nguồn ở 115% dòng điện toàn tải của động cơ (dựa vào định mức trên bảng tên). Với các động cơ có hệ số làm việc ít nhất 1,15 hoặc nhiệt độ tăng không quá 40°C, có thể điều chỉnh thiết bị quá tải để cắt nguồn ở 125% dòng điện toàn tải.
2. Cũng có thể chấp nhận một trong các phương pháp bảo vệ quá tải đã quy định do nhà sản xuất lắp vào động cơ (không phải do người thi công lắp đặt).
3. Đối với các động cơ có đủ trở kháng để bảo đảm sự quá nhiệt không thể gây nguy hiểm, có thể chỉ cần bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ mạch nhánh của chúng.

Các *cuộn phụ của rotor dây quấn* xem như được bảo vệ quá tải bằng thiết bị bảo vệ quá tải của động cơ.

Các *động cơ vận hành không liên tục* có thể chỉ cần bảo vệ quá tải bằng các thiết bị bảo vệ mạch nhánh của chúng, với điều kiện định mức của thiết bị bảo vệ mạch nhánh không vượt quá định mức được ghi trong *Bảng 430.22(E)* của NEC.

Trong trường hợp mức bảo vệ quá tải bình thường quá nhỏ để cho phép động cơ khởi động, có thể tăng đến 130% dòng điện định mức toàn tải của động cơ. Với các động cơ có hệ số làm việc ít nhất

1,15 hoặc nhiệt độ tăng không quá 40^0C, có thể điều chỉnh thiết bị quá tải của chúng để cắt nguồn ở 140% dòng điện toàn tải.

Các *động cơ khởi động bằng tay* được phép tạm thời tách thiết bị bảo vệ quá tải của chúng ra khỏi mạch điện trong thời gian khởi động. Thiết kế của cơ cấu này phải bảo đảm thiết bị bảo vệ quá tải không thể duy trì tình trạng tách khỏi mạch điện.

Nếu sử dụng *cầu chì* làm thiết bị bảo vệ quá tải, chúng phải được lắp trong tất cả các dây dẫn của động cơ không nối đất, và dây được nối đất đối với các hệ thống 3-pha, 3-dây có một dây nối đất.

Nếu sử dụng các *rơ le* hoặc *cầu chì* làm thiết bị bảo vệ quá tải, chúng phải được lắp theo *Bảng 430.37* của NEC. Quy định đối với các loại động cơ thông thường như sau:

- *Động cơ ac ba pha*: Mỗi pha phải được lắp một thiết bị quá tải.
- *Động cơ dc hoặc ac một pha, một dây được nối đất*: Một thiết bị quá tải trên dây không nối đất.
- *Động cơ dc hoặc ac một pha, không nối đất*: Một thiết bị quá tải trên một trong hai dây.
- *Động cơ dc hoặc ac một pha, ba dây, trung tính nối đất*: Một thiết bị quá tải trên một trong hai dây không nối đất.

Nói chung, các thiết bị bảo vệ quá tải phải làm hở mạch dây không nối đất để làm động cơ ngừng hoạt động.

Khi lắp các động cơ lên *mạch nhánh sử dụng chung*, biện pháp bảo vệ quá tải của chúng phải như sau:

1. Chỉ nối các động cơ trên 1 mã lực với mạch nhánh sử dụng chung khi dòng điện toàn tải của chúng dưới 6 ampere, chúng có thiết bị bảo vệ quá tải, không vượt quá định mức của thiết bị bảo vệ mạch nhánh ghi trên bộ điều khiển bất kỳ, và thiết bị quá tải được phép lắp đặt theo nhóm.
2. Các động cơ 1 mã lực trở xuống có thể được lắp đặt trên mạch nhánh sử dụng chung mà không yêu cầu thiết bị bảo vệ quá tải (giả sử các qùy định khác nêu trên đều được đáp ứng), nếu dòng điện toàn tải không quá 6 ampere và không vượt định mức của thiết bị bảo vệ mạch nhánh ghi trên bộ điều khiển bất kỳ.
3. Khi nối kết động cơ bằng dây-phích cắm, định mức của phích cắm và ổ cắm không được lớn hơn 15 ampere ở 125 volt hoặc 10 ampere ở 250 volt. Nếu động cơ có công suất trên 1 mã lực, phải

lắp thiết bị bảo vệ quá tải vào động cơ. Mạch nhánh phải được định mức theo định mức của dây-và-phích cắm.

4. Mạch nhánh và thiết bị bảo vệ quá tải phải có đủ thời gian trễ để cho phép động cơ khởi động.

Không được phép sử dụng các *thiết bị bảo vệ quá tải có thể tái khởi động động cơ* một cách tự động sau khi nhả, trừ khi được phép sử dụng cho động cơ đặc biệt. Chúng *không* được phép nếu việc sử dụng chúng có thể gây tổn thương.

Trong trường hợp việc ngừng ngay lập tức động cơ bị quá tải sẽ gây nguy hiểm cho con người, có thể sử dụng tín hiệu báo động trước khi ngừng động cơ theo trình tự (thay vì ngừng tức thời).

BẢO VỆ NGẮN MẠCH VÀ RÒ ĐIỆN

Các thiết bị bảo vệ ngắn mạch và rò điện phải có khả năng tải dòng điện khởi động của các động cơ do chúng bảo vệ.

Nói chung, thiết bị bảo vệ phải có định mức không thấp hơn các giá trị ghi trong *Bảng 430.52* của NEC. Khi giá trị này không phù hợp với định mức chuẩn của các thiết bị bảo vệ quá dòng, có thể sử dụng định mức cao hơn kế tiếp.

Nếu định mức được ghi trong *Bảng 430.52* của NEC thấp hơn dòng điện khởi động của động cơ, có thể áp dụng các biện pháp sau:

1. Tăng định mức của cầu chì tác dụng tức thời 600 amp hoặc nhỏ hơn để đủ khả năng xử lý dòng điện khởi động, nhưng không được cao hơn 400% dòng điện toàn tải của động cơ.
2. Tăng định mức của cầu chì tác dụng trễ để đủ khả năng xử lý dòng điện khởi động, nhưng không được cao hơn 225% dòng điện toàn tải của động cơ.
3. Tăng định mức của bộ ngắt mạch tác dụng trễ, nhưng không quá 400% dòng điện toàn tải 100 amp trở xuống, hoặc 300% dòng điện toàn tải trên 100 amp.
4. Tăng định mức của bộ ngắt mạch (CB) tức thời, nhưng không được cao hơn 1300% dòng điện toàn tải.
5. Tăng các cầu chì có định mức trong khoảng 601 đến 6000 ampe, nhưng không được cao hơn 300% dòng điện toàn tải định mức.

Các *bộ ngắt mạch tác dụng tức thời* chỉ được phép sử dụng làm thiết bị bảo vệ, nếu chúng có thể điều chỉnh và là một phần của bộ

điều khiển đã có thiết bị bảo vệ quá tải, ngắn mạch, và rò điện trong mỗi dây dẫn.

Thiết bị bảo vệ ngắn mạch của động cơ chỉ có thể được dùng làm thiết bị bảo vệ khi chúng là một phần của bộ điều khiển đã có thiết bị bảo vệ quá tải, ngắn mạch, và rò điện trong mỗi dây dẫn, và không vận hành ở dòng điện cao hơn 1300% dòng điện toàn tải.

Đối với các *động cơ nhiều tốc độ*, một thiết bị bảo vệ ngắn mạch và rò điện có thể bảo vệ hai cuộn dây của động cơ, nếu định mức của thiết bị bảo vệ không lớn hơn định mức khả dĩ cao nhất của cuộn dây nhỏ nhất. (Sử dụng các hệ số nhân trong *Bảng 430.52* của NEC để định mức cuộn dây nhỏ nhất).

Có thể sử dụng một *thiết bị bảo vệ ngắn mạch và rò điện* cho nhiều động cơ đa tốc độ. Kích cỡ thiết bị này được xác định theo dòng điện toàn tải của cuộn dây có định mức cao nhất. Tuy nhiên, mỗi cuộn dây phải có thiết bị bảo vệ riêng được xác định theo mỗi cuộn dây, Ngoài ra, các dây mạch nhánh cấp điện cho mỗi cuộn dây phải có kích cỡ tương ứng với dòng điện toàn tải của cuộn dây lớn nhất.

Nếu định mức của mạch nhánh và thiết bị bảo vệ rò điện được ghi trên động cơ hoặc bộ điều khiển, bạn phải tuân theo các định mức này, dù chúng thấp hơn quy định của NEC.

Đối với các hệ thống truyền động có thể điều chỉnh tốc độ, có thể sử dụng *cầu chì* thay cho các thiết bị được chỉ định trong *Bảng 430.52* của NEC, với điều kiện phải đánh dấu các linh kiện thay thế kế bên giá kẹp cầu chì.

Đối với các *động cơ moment xoắn, thiết bị bảo vệ mạch nhánh* phải tương xứng với dòng điện toàn tải của động cơ. Nếu dòng điện toàn tải từ 800 amp trở xuống và định mức này không tương ứng với định mức của thiết bị bảo vệ quá dòng chuẩn, có thể sử dụng định mức cao hơn kế tiếp. Nếu dòng điện toàn tải cao hơn 800 amp và khác với định mức của thiết bị quá dòng chuẩn, bạn phải sử dụng định mức thấp hơn kế tiếp.

Nếu động cơ nhỏ nhất trên mạch điện có thiết bị bảo vệ mạch nhánh tương xứng, có thể lắp thêm các động cơ hoặc phụ tải vào mạch này. Tuy nhiên, mỗi động cơ phải có thiết bị bảo vệ quá tải, và bảo đảm thiết bị bảo vệ mạch nhánh không bị kích hoạt trong trường hợp tất cả các động cơ hoặc phụ tải cùng vận hành.

Hai hoặc nhiều động cơ (mỗi động cơ có thiết bị bảo vệ quá tải riêng) hoặc các phụ tải khác được phép nối kết với một mạch điện trong các trường hợp sau:

1. Các thiết bị quá tải được lắp đặt tại nhà máy và thiết bị bảo vệ mạch nhánh, ngắn mạch, và rò điện là một phần của tổ hợp này hoặc được chỉ định trên thiết bị.
2. Thiết bị bảo vệ mạch nhánh, bộ điều khiển động cơ, và các thiết bị quá tải là những tổ hợp riêng biệt lắp ráp tại hiện trường, được chỉ định cho mục đích này, và do nhà sản xuất cung cấp cùng với các hướng dẫn.
3. Tất cả các thiết bị quá tải đều được đánh dấu lắp theo nhóm và ghi rõ định mức cực đại của cầu chì và/hoặc bộ ngắt mạch. Các bộ ngắt mạch phải thuộc loại tác dụng trễ và lắp theo nhóm.
4. Mạch nhánh được bảo vệ bằng bộ ngắt mạch tác dụng trễ được định mức theo động cơ lớn nhất và tất cả các phụ tải khác (kể cả các tải động cơ) nối kết với mạch này.
5. Bộ ngắt mạch tác dụng trễ hoặc cầu chì của mạch nhánh không được phép lớn hơn rơle quá tải dùng để bảo vệ động cơ nhỏ nhất trong nhóm.

Đối với *sự lắp đặt theo nhóm* nêu trên, dây rẽ dẫn đến các động cơ riêng lẻ không cần thiết bị bảo vệ mạch nhánh trong các trường hợp sau:

1. Các dây dẫn của động cơ có khả năng tải dòng điện bằng hoặc lớn hơn so với các dây mạch nhánh.
2. Các dây dẫn của động cơ không dài hơn 25 ft, được bảo vệ, và có khả năng tải dòng điện ít nhất là bằng một phần ba định mức dòng điện của các dây mạch nhánh.

CÁC HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CÓ THỂ ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ

Kích cỡ mạch nhánh hoặc phát tuyến dẫn đến thiết bị truyền động có thể điều chỉnh tốc độ phải được dựa trên dòng điện vào định mức của thiết bị. Nếu bộ điều khiển hệ thống có chức năng bảo vệ quá tải, không cần lắp thêm thiết bị bảo vệ quá tải.

Thiết bị cắt dùng cho hệ thống truyền động có thể điều chỉnh tốc độ được phép lắp đặt trên đường dây vào, và phải có định mức ít nhất là bằng 115% dòng điện vào của hệ thống.

CÁC ĐỘNG CƠ DÂY QUẤN RIÊNG PHẦN

Nếu sử dụng thiết bị quá tải riêng cho các động cơ dây quấn riêng phần, mỗi nửa số cuộn dây phải được bảo vệ riêng ở nửa dòng điện ngắt mạch được chỉ định cho động cơ thông thường có cùng định mức mã lực. Mỗi cuộn dây phải có thiết bị bảo vệ mạch nhánh, ngắn mạch, và rò điện riêng ở giá trị không quá một nửa mức quy định cho động cơ thông thường có cùng định mức mã lực.

Có thể sử dụng một thiết bị (1/2 định mức) cho cả hai cuộn dây, nếu thiết bị này cho phép động cơ khởi động.

Nếu sử dụng một cầu chì tác dụng trễ cho cả hai cuộn dây, có thể chọn cầu chì có định mức không quá 150% dòng điện toàn tải của động cơ.

ĐỘNG CƠ MOMENT XOẮN

Dòng điện định mức của động cơ moment xoắn phải bằng dòng hãm rotor. Sử dụng dòng điện trên bảng tên động cơ để xác định định mức dòng điện của mạch nhánh, thiết bị bảo vệ quá tải và rò điện.

ĐỘNG CƠ AC CÓ THỂ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP

Định mức dòng điện của công tắc và mạch nhánh, thiết bị bảo vệ ngắn mạch và rò điện dùng cho các động cơ này phải được dựa vào dòng điện toàn tải ghi trên bảng tên động cơ. Nếu không có bảng tên, phải xem các định mức này không nhỏ hơn 150% các giá trị ghi trong *Bảng 430.149* và *430.150* của NEC.

ĐỘNG CƠ VÀ CÁC ĐỊNH MỨC DÒNG ĐIỆN

Mọi động cơ được xem là vận hành liên tục, trừ khi tính chất của thiết bị được truyền động bảo đảm động cơ không thể vận hành với tải liên tục.

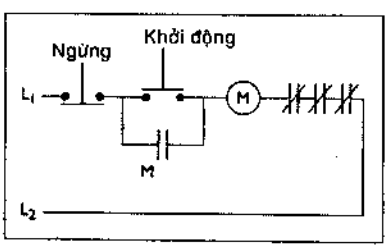
Ngoại trừ các động cơ moment xoắn và động cơ ac có thể điều chỉnh điện áp, định mức dòng điện của động cơ (dùng để xác định khả năng tải dòng điện của dây dẫn, định mức của công tắc và các mạch nhánh) phải được lấy từ các *Bảng 430.147* đến *430.150* của NEC. Không được lấy các giá trị này từ định mức trên bảng tên động cơ, ngoại trừ động cơ cực che và động cơ tụ tách vĩnh viễn của quạt. Các động cơ này được định mức theo bảng tên của chúng.

Thiết bị bảo vệ quá tải riêng cho các động cơ được dựa vào định mức trên bảng tên động cơ.

Các dây dẫn ở phía nguồn của bộ điều khiển *động cơ nhiều tốc độ* phải được định mức theo dòng điện toàn tải lớn nhất ghi trên bảng tên động cơ (với điều kiện mỗi cuộn dây đều có thiết bị bảo vệ quá tải riêng được xác định theo định mức dòng điện toàn tải của chúng). Các dây dẫn giữa bộ điều khiển và động cơ được dựa trên dòng điện cung cấp cho cuộn dây bằng các dây dẫn khác nhau.

MẠCH ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ

Các mạch điều khiển động cơ là mạch điện dùng để khởi động hoặc dừng động cơ, điều khiển hoạt động của động cơ (Hình 4-4). Lưu ý, khi mạch này được cấp năng lượng, bộ tiếp điểm mắc song song với công tắc khởi động sẽ thực hiện sự tiếp xúc và duy trì mạch điện liên tục, ngay cả sau khi bạn nhả công tắc khởi động.



Hình 4-4. Mạch điều khiển.

Các tiếp điểm quá tải trong mạch điều khiển cũng cần được lưu ý. Nếu một trong các tiếp điểm này bị hở, mạch điều khiển sẽ hở mạch, và động cơ ngừng hoạt động.

Nguyên tắc áp dụng cho mạch điều khiển động cơ như sau: Các mạch điều khiển động cơ được *mắc rẽ từ phía tải* của thiết bị mạch nhánh của động cơ và điều khiển hoạt động của động cơ không được xem là các mạch nhánh, và có thể được bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ mạch nhánh hoặc thiết bị bảo vệ bổ sung. Các mạch điều khiển *không mắc rẽ theo cách này* được xem là mạch phát tín hiệu và phải được bảo vệ tương xứng (xem *Điều 725* của NEC).

Các *dây điều khiển động cơ* nêu trên phải được bảo vệ (thường bằng cầu chì) theo Cột A trong *Bảng 430.72(B)* của NEC, ngoại trừ:

1. Nếu không kéo dài ra khỏi vỏ bộ điều khiển động cơ, có thể bảo vệ chúng theo Cột B của *Bảng 430.72(B)*.
2. Nếu kéo dài ra khỏi vỏ bộ điều khiển động cơ, có thể bảo vệ chúng theo Cột C của *Bảng 430.72(B)*.
3. Các dây dẫn của mạch điều khiển xuất phát từ biến áp một pha chỉ có thứ cấp 2-dây xem như được bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ trên phía sơ cấp của biến áp. Tuy nhiên, định mức dòng điện của thiết bị bảo vệ sơ cấp không được lớn hơn giá trị ghi trong *Bảng 430.72(B)* nhân với tỷ số điện áp thứ cấp/sơ cấp.

4. Khi sự hở mạch điều khiển sẽ gây nguy hiểm (trường hợp bơm chữa lửa chẳng hạn), có thể mắc rẽ mạch điều khiển vào mạch nhánh của động cơ, không lắp thêm thiết bị bảo vệ.

Các *biến áp điều khiển* phải được bảo vệ theo *Điều 450* hoặc *Điều 725* của NEC, ngoại trừ:

1. Biến áp điều khiển là một phần của bộ điều khiển động cơ và có định mức dưới 50 volt-ampere. Các biến áp này có thể được bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ sơ cấp, thiết bị giới hạn trở kháng, hoặc các phương tiện khác.
2. Nếu định mức sơ cấp của biến áp dưới 2 ampere, có thể lắp thiết bị bảo vệ quá dòng có định mức không quá 500% dòng điện sơ cấp vào mạch sơ cấp.
3. Bằng các phương tiện hợp quy khác.
4. Khi sự hở mạch điều khiển sẽ gây nguy hiểm (trường hợp bơm chữa lửa), có thể loại bỏ thiết bị bảo vệ.

Khi *sự hư hỏng* mạch điều khiển sẽ gây nguy hiểm, ngoài sự che chắn, cần bảo vệ mạch điều khiển bằng mương cáp hoặc phương tiện thích hợp khác.

Khi *một phía của mạch điều khiển động cơ được nối đất*, mạch điện này phải được bố trí sao cho sự tiếp đất ngẫu nhiên sẽ không khởi động động cơ.

Các mạch điều khiển động cơ phải được bố trí sao cho chúng tách khỏi nguồn điện khi thiết bị cắt ở vị trí hở mạch.

CÁC BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ

Mọi động cơ đều cần thiết bị điều khiển thích hợp. Bộ điều khiển đơn giản nhất là thiết bị bảo vệ mạch nhánh có thể sử dụng làm bộ điều khiển các động cơ từ 1/8 mã lực trở xuống. Một "bộ điều khiển" đơn giản khác là nối kết dây-và-phích cắm, có thể sử dụng cho các động cơ di động 1/3 mã lực trở xuống.

Các bộ điều khiển phải có *định mức mã lực* không nhỏ hơn định mức mã lực của động cơ do chúng điều khiển, ngoại trừ:

1. Các động cơ cố định 2 mã lực trở xuống, vận hành với điện áp 300 V hoặc thấp hơn; có thể sử dụng công tắc thông thường có định mức ampere ít nhất là gấp hai định mức động cơ. Trên các mạch ac, có thể sử dụng công tắc ac thông thường để điều khiển

động cơ 2 mã lực trở xuống, 300 V hoặc thấp hơn, và có định mức ampere không quá 80% định mức của công tắc.

2. Có thể sử dụng bộ ngắt mạch tác dụng trễ của mạch nhánh chỉ có định mức ampere (không có định mức mã lực).

Bộ điều khiển *không* làm hở mạch tất cả các dây dẫn của động cơ, trừ khi chúng cũng có chức năng như thiết bị cắt.

Nếu *cấp điện cho động cơ bằng bộ đổi pha*, nguồn điện này phải được điều khiển sao cho khi bị mất điện, nguồn điện đến động cơ sẽ bị cắt và không thể nối kết lại trước khi tái khởi động bộ đổi pha.

Mỗi động cơ phải có bộ điều khiển riêng, ngoại trừ nhóm động cơ (600 V trở xuống) sử dụng một bộ điều khiển có định mức không thấp hơn tổng định mức của tất cả các động cơ nối kết với bộ điều khiển. Điều này chỉ áp dụng cho các trường hợp sau:

1. Nếu các động cơ truyền động nhiều bộ phận của một máy.
2. Khi nhóm động cơ được bảo vệ bằng một thiết bị quá dòng.
3. Khi nhóm động cơ được bố trí trong một phòng và ở gần bộ điều khiển.

Bộ điều khiển phải có đủ khả năng để khởi động và dừng động cơ, làm gián đoạn dòng hãm rotor.

Thiết bị cắt phải được bố trí gần bộ điều khiển và động cơ, ngoại trừ các trường hợp sau:

1. Nếu mạch điện trên 600V, thiết bị cắt có thể ở xa bộ điều khiển, với điều kiện bộ điều khiển có nhãn cảnh báo ghi rõ thiết bị cắt bị khóa ở vị trí hở mạch.
2. Một thiết bị cắt được bố trí gần nhóm bộ điều khiển phối hợp trên máy gia công liên tục có nhiều động cơ.

Thiết bị cắt dùng cho các động cơ từ 600 V trở xuống phải có định mức ít nhất là bằng 115% dòng điện toàn tải của động cơ.

Trên bộ điều khiển vận hành các động cơ *trên 600 V* phải được ghi điện áp của mạch điều khiển.

Mỗi động cơ vận hành với điện áp trên 600 V đều phải được lắp *thiết bị bảo vệ rò điện*. (Xem *Phần 430.125(C)* của NEC).

Mọi bộ phận có điện nhưng không có bao che đều phải được bảo vệ. (Nếu cần, xem các *Phần 430.132* và *430.133* của NEC).

CÁC GỢI Ý CHỌN ĐỘNG CƠ

Bước thứ nhất khi chọn động cơ cho ứng dụng truyền động cụ thể là thu thập các dữ liệu sau:

- **Tải.** Luôn luôn sử dụng động cơ làm việc gần với tải toàn phần của chúng. Các động cơ thường vận hành với hệ số công suất và hiệu suất cao nhất khi mang tải toàn phần.
- **Moment.** Moment khởi động theo nhu cầu phụ tải phải nhỏ hơn moment khởi động của động cơ định chọn. Moment của động cơ không được thấp hơn moment cần thiết để đưa thiết bị được truyền động đi từ trạng thái đứng yên đến tốc độ toàn phần.

  Nhu cầu moment của một số phụ tải có thể dao động lớn. Mặc dù moment trung bình thấp, nhưng các đỉnh moment có thể cao hơn moment toàn tải. Nếu các xung moment tải thường xuyên lặp lại, nên sử dụng động cơ hệ số trượt cao với bánh đà. Nhưng nếu tải gần như ổn định ở mức toàn phần, có thể dùng động cơ có hệ số trượt thấp hiệu suất cao.
- **Vỏ động cơ.** Điều kiện môi trường sẽ xác định loại vỏ động cơ cần sử dụng. Động cơ kín hoàn toàn không chỉ đắt hơn động cơ hở mà còn chạy nóng hơn. Các động cơ kín hoàn toàn yêu cầu kích thước khung/mã lực lớn hơn các loại động cơ hở.
- **Cách điện.** Loại cách điện được sử dụng trong quá trình chế tạo động cơ sẽ phụ thuộc vào môi trường xung quanh. Trừ khi được quy định khác, nhiệt độ môi trường của động cơ được giả định là 40^0C. Nhiệt độ ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ của động cơ. (Chất cách điện thường bị xuống cấp ở nhiệt độ cao). Nhiệt độ môi trường tăng 10^0C, thời gian hoạt động hiệu quả của động cơ giảm một nửa. Định mức nhiệt độ động cơ được dựa vào nhiệt độ môi trường cao nhất của động cơ, đo bằng nhiệt kế ngoài.
- **Tải thay đổi.** Khi tải động cơ thay đổi theo chu kỳ đều đặn, sử dụng động cơ tương ứng tải đỉnh thường không kinh tế. Trong trường hợp này, tính tải trung bình theo phương pháp căn bậc hai của trung bình các bình phương (RMS), và chọn động cơ (chỉ sử dụng động cơ tốc độ không đổi) phù hợp với tải trung bình.

Hình 4-5 trình bày các yếu tố cần xem xét khi lắp đặt động cơ.

Các yêu cầu của thiết bị được truyền động

1. Công suất (mã lực) cần thiết.
2. Yêu cầu moment xoắn.
3. Tần số ngừng và khởi động (còn gọi là chu kỳ vận hành).
4. Tốc độ.
5. Vị trí lắp đặt (ngang, dọc,...).
6. Chiều quay.
7. Nhiệt độ môi trường.
8. Điều kiện môi trường (nước, xăng dầu, bụi, các chất ăn mòn).

Nhu cầu điện

1. Điện áp.
2. Pha.
3. Tần số.
4. Dòng điện khởi động.
5. Hiệu quả kinh tế.

Hình 4-5. Các yếu tố cần xem xét khi sử dụng động cơ.

CÁC ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐỘNG CƠ LỒNG SÓC

Động cơ cảm ứng lồng sóc là loại thông dụng nhất. Sau đây là một số đặc điểm kỹ thuật về cấu tạo và sự phân loại của chúng.

Hiệp hội các nhà sản xuất điện Hoa Kỳ (NEMA) phân loại động cơ lồng sóc theo moment hãm rotor, moment đánh thủng, hệ số trượt, và dòng điện khởi động. Các loại thông dụng là B, C, và D.

Loại B, phổ biến nhất, có moment khởi động trung bình và dòng điện khởi động thấp. Moment hãm rotor (moment tối thiểu ở trạng thái đứng yên và điện áp định mức) không nhỏ hơn 100% moment toàn tải đối với các động cơ 2 và 4 cực, 200 mã lực trở xuống; 40 đến 75% đối với động cơ 2-cực trên 200 mã lực; và 50 đến 125% đối với động cơ 4-cực lớn hơn 200 mã lực.

Loại C có đặc điểm moment khởi động cao (moment hãm rotor trên 200%) và dòng khởi động thấp. Moment đánh thủng không dưới 190% moment toàn tải. Hệ số trượt khi mang đủ tải khoảng 1,5 đến 3%.

Các động cơ lồng sóc Loại D có hệ số trượt cao, moment khởi động cao, và dòng điện khởi động thấp; phù hợp với các phụ tải có giá trị đỉnh không liên tục. Các thiết bị được truyền động thường có bánh đà quán tính cao. Động cơ không tải có hệ số trượt thấp; khi

mang tải tối đa, hệ số trượt của động cơ tăng. Sự giảm tốc cho phép các thiết bị được truyền động hấp thu năng lượng từ bánh đà thay vì từ các đường dây điện.

Khởi động qua đường dây điện áp định mức là phương pháp phổ biến nhất đối với các động cơ lồng sóc. Loại động cơ này được sử dụng ở những nơi có nguồn điện đầy đủ, moment điện áp định mức và sự gia tốc không gặp trở ngại. Giảm công suất khởi động (kVA) sẽ làm giảm moment hãm rotor và moment gia tốc.

ĐỘNG CƠ ROTOR DÂY QUẤN

Loại động cơ cảm ứng thông dụng khác là động cơ rotor dây quấn. Các động cơ này tương tự động cơ dc, vì cả bộ phận kích từ và rotor đều có cuộn dây (rotor động cơ lồng sóc không có cuộn dây nào cả).

Cuộn dây rotor của động cơ cảm ứng rotor dây quấn (vành tiếp điện) nối kết với điện trở ngoài thông qua các vành tiếp điện. Điện trở này được chèn vào và tách khỏi mạch rotor bằng bộ điều khiển. Ưu điểm của động cơ rotor dây quấn là có thể thay đổi tốc độ dễ dàng bằng cách bổ sung điện trở ngoài vào mạch rotor. Các động cơ lồng sóc rất khó thay đổi tốc độ.

Giá trị điện trở của cuộn dây rotor ảnh hưởng đến moment xoắn ở mọi tốc độ. Rotor điện trở cao cung cấp moment khởi động cao với dòng khởi động thấp. Nhưng hệ số trượt thấp ở tải toàn phần, hiệu suất cao, và rotor phát nóng vừa phải lại yêu cầu rotor điện trở thấp. Loại động cơ này vận hành tương tự động cơ lồng sóc khi loại bỏ toàn bộ giá trị điện trở.

Khi có giá trị điện trở, tốc độ động cơ giảm xuống thấp hơn tốc độ đồng bộ (tốc độ từ trường quay của động cơ).

Ngoài các ứng dụng moment khởi động cao và dòng khởi động thấp, động cơ rotor dây quấn còn được sử dụng trong ba trường hợp đặc biệt:

1. Với các tải quán tính cao, cần giảm tổn thất do hệ số trượt cao trong rotor của động cơ lồng sóc.
2. Nơi thường xuyên khởi động, dừng, và điều khiển tốc độ.
3. Vận hành liên tục ở tốc độ thấp.

Các bộ khởi động qua đường dây điện áp định mức là thiết bị điều khiển phổ biến nhất đối với động cơ rotor dây quấn. Chúng thường có mức điều khiển tốc độ thứ cấp với 5 đến 7 cấp điện trở.

ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ

Các động cơ đồng bộ tương tự động cơ rotor dây quấn. Chúng chạy ở tốc độ cố định (đồng bộ) được xác định bằng tần số đường dây điện và số cực trong động cơ (vòng/phút = điện áp × tần số/số cực). Tốc độ được giữ không đổi bằng tác động khóa của trường dc được kích thích từ bên ngoài. Hiệu suất cao hơn 1 đến 3% so với động cơ cảm ứng hoặc động cơ dc cùng kích cỡ và tốc độ. Các động cơ đồng bộ được vận hành ở hệ số công suất từ 1,0 xuống 0,2 sớm pha để hiệu chỉnh hệ số công suất của nhà máy. Các định mức chuẩn là 1,0 và 0,9 sớm pha. Các thiết bị có định mức gần 0,2 sớm pha thường được gọi là *tụ đồng bộ*.

Động cơ đồng bộ thuần túy không thể tự khởi động. Trên thực tế, chúng được chế tạo với các cuộn dây giảm xóc. Khi cuộn kích từ bị ngắn mạch qua điện trở phóng điện, cuộn giảm xóc có tác dụng như rotor lồng sóc để đưa động cơ đến gần tốc độ đồng bộ. Sau đó, cuộn kích từ được tác dụng và động cơ đạt đến tốc độ đồng bộ, với điều kiện động cơ đã phát triển đủ moment vào đồng bộ. Sau khi đồng bộ, động cơ duy trì tốc độ không đổi nếu moment tải không vượt quá moment cực đại (mất đồng bộ). Thiết bị được truyền động thường không mang tải khi khởi động, và có thể nối kết trực tiếp với các động cơ tốc độ thấp.

Với công suất không đổi, sự gia tăng dòng kích từ dc trong động cơ đồng bộ sẽ làm hệ số công suất tăng, điều này thường áp dụng để hiệu chỉnh hệ số công suất. Trong một số trường hợp, các động cơ đồng bộ được chạy không tải để cải thiện hệ số công suất.

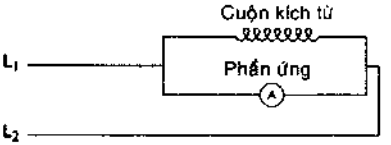
Sự giảm bớt dòng kích từ có xu hướng giảm hệ số công suất, nhưng cả hai phương pháp đều làm tăng tổn thất đồng.

Các động cơ đồng bộ nhiều pha thông dụng nhất là:

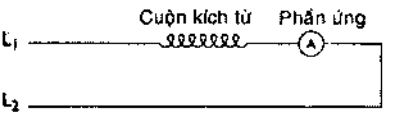
1. Động cơ tốc độ cao (500 vòng/phút trở lên), loại đa năng (500-1800 vòng/phút, 200 mã lực trở xuống) hoặc loại tốc độ cao trên 200 mã lực, bao gồm hầu hết các động cơ 2-cực.
2. Các động cơ tốc độ thấp, dưới 500 vòng/phút.
3. Các động cơ đặc biệt, moment xoắn cao.

Các động cơ đồng bộ nhỏ, tốc độ cao, có giá cao hơn động cơ cảm ứng tương đương. Trái lại, các động cơ đồng bộ lớn, tốc độ thấp, có giá thấp hơn động cơ cảm ứng.

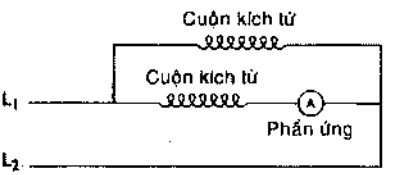
Các động cơ dc có ba loại căn bản: động cơ song song (mắc shunt), động cơ nối tiếp, và động cơ hỗn hợp (các Hình 4-6, 4-7, và 4-8).



Hình 4-6. Động cơ dc mắc shunt (song song)



Hình 4-7. Động cơ dc nối tiếp



Hình 4-8. Động cơ dc hỗn hợp

Nguồn điện thông thường là ac, lý do chính để sử dụng động cơ dc là do khoảng điều khiển tốc độ rộng và moment khởi động của chúng. Nhưng với các ứng dụng tốc độ không đổi, động cơ ac thường có ưu điểm hơn, vì chúng mạnh hơn và chi phí ban đầu thấp hơn.

Với động cơ dc song song, moment xoắn tỷ lệ với dòng điện cảm ứng. Tuy nhiên, thông lượng của cuộn kích từ nối tiếp bị ảnh hưởng bởi dòng điện truyền qua nó. Moment xoắn do các động cơ dc hỗn hợp tạo ra có giá trị nằm giữa moment xoắn của động cơ song song và động cơ nối tiếp.

Giới hạn trên của dòng điện vào đối với các động cơ dc hỗn hợp thường gấp 1,5 đến 2 lần dòng điện toàn tải để tránh làm quá nhiệt bộ đảo mạch, sụt áp quá mức trên phát tuyến, hoặc máy phát điện làm việc tối đa.

Từ không tải đến toàn tải, tốc độ động cơ song song (mắc shunt) chỉ giảm nhẹ (5% hoặc ít hơn). Dòng kích từ giảm, tốc độ tăng; dòng kích từ tăng, tốc độ giảm. Nhưng tốc độ gần như không đổi khi chỉ điều chỉnh cuộn kích từ. Có thể điều khiển tốc độ bằng điện trở trong mạch phần ứng, mặc dù sự điều chỉnh này không đáng kể.

Tốc độ của động cơ nối tiếp giảm mạnh khi tải tăng, và ngược lại, chúng bắt đầu tăng tốc ở các tải nhẹ (rất nguy hiểm nếu loại bỏ tải hoàn toàn). Có thể giảm tốc bằng cách bổ sung điện trở vào mạch phần ứng, và tăng tốc bằng cách mắc rẽ cuộn kích từ nối tiếp với điện trở hoặc làm ngắn mạch các vòng dây nối tiếp.

Các động cơ hỗn hợp có tốc độ không đổi thấp hơn các động cơ mắc shunt (song song) và có thể điều khiển bằng biến trở kích từ.

Chương 5

MÁY PHÁT ĐIỆN

Các công ty điện lực sử dụng nhiều tổ máy phát điện rất lớn. Các máy phát điện cũng được bảo trì để sử dụng trong tình huống khẩn cấp dưới dạng hệ thống điện dự phòng (hệ thống UPS) đối với các máy tính quan trọng, nguồn điện khẩn cấp cho bệnh viện, nhà hát, hội trường, và nhiều ứng dụng khác. Các máy phát điện nhỏ chạy bằng xăng thường được dùng làm nguồn điện di động hoặc cố định cho những nơi có nhu cầu điện rất thấp hoặc không liên tục.

NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN

Các nguyên lý căn bản chi phối hoạt động của máy phát điện chính là nguyên lý điều khiển hoạt động của động cơ điện. Tất cả các máy phát điện đều vận hành dựa trên hiệu ứng cảm ứng điện từ. Nói đơn giản, đây là sự tương tác giữa các dây dẫn, dòng điện, và từ trường. Mỗi khi truyền qua dây dẫn (dây đồng là phổ biến nhất), dòng điện tạo ra từ trường bao quanh dây dẫn. Trái lại, mỗi khi cắt qua dây dẫn, từ trường cảm ứng dòng điện vào dây dẫn. Đây là hai định luật vật lý thuần túy.

Sự vận dụng hai định luật này, kết hợp với lực hút - đẩy của từ trường, là cơ sở hoạt động của máy phát điện. Hoạt động của các máy phát điện là biến đổi lực vật lý thành dòng điện.

Máy phát điện hoạt động theo nguyên lý sau: Cho dòng điện lưu thông qua các cuộn dây của máy phát điện để tạo ra từ trường tĩnh. Sau đó dùng lực vật lý làm quay trục máy phát điện và đưa các cuộn dây lắp trên trục này đi ngang qua từ trường tĩnh để tạo ra dòng điện cảm ứng trong các cuộn dây. Dòng điện này được lấy ra khỏi máy phát điện (thường bằng "vành góp") và đưa vào sử dụng.

Mặc dù có rất nhiều thay đổi đối với các hoạt động cơ bản này, nhưng đây là nguyên lý hoạt động của tất cả các máy phát điện. Tùy theo thiết kế của máy phát điện, bạn có thể tăng, giảm công suất hoặc vận hành ở các điện áp khác nhau.

LẮP ĐẶT

Các máy phát điện được trình bày trong *Điều 445* của NEC. Tuy nhiên, bạn cần lưu ý là nhiều phần khác trong NEC có yêu cầu cụ

thể đối với máy phát điện dùng cho các ứng dụng đặc biệt. Những phần này thường áp dụng cho các ứng dụng điện khẩn cấp.

VỊ TRÍ

Loại máy phát điện được sử dụng phải thích hợp với khu vực lắp đặt chúng.

BẢO VỆ QUÁ DÒNG

Các máy phát điện điện áp không đổi (bao gồm hầu hết các máy đang sử dụng hiện nay) phải có tính năng bảo vệ quá dòng vốn có trong thiết kế máy, bộ ngắt mạch (CB), hoặc phương tiện khác. Không tính các bộ kích thích của máy phát điện xoay chiều.

Các máy phát điện dc 2-dây có thể chỉ có một thiết bị quá dòng, nếu chúng khởi động bằng toàn bộ dòng điện được tạo ra, ngoại trừ dòng điện trong cuộn kích từ song song. Cuộn kích từ song song không thể bị hở mạch.

Các máy phát điện xuất ra *65 volt hoặc thấp hơn* và được truyền động bằng động cơ điện xem như đã được bảo vệ, nếu động cơ truyền động chúng sẽ kích hoạt thiết bị bảo vệ quá dòng của động cơ khi máy phát điện đạt đến 150% dòng điện định mức toàn tải.

PHƯƠNG PHÁP LẮP ĐẶT

Định mức dòng điện của dây dẫn từ các cực của máy phát điện đến thiết bị bảo vệ quá dòng đầu tiên ít nhất phải bằng 115% dòng điện định mức ghi trên bảng tên của máy phát điện. Điều này chỉ áp dụng cho các dây pha; dây trung tính có thể được xác định kích cỡ theo tải mà chúng sẽ mang. (Xem *Phần 220.22* của NEC).

Các bộ phận có dòng điện truyền qua vận hành ở điện áp trên 50 volt phải được bảo vệ. Những nơi cần thiết phải được lắp rào chắn bảo vệ.

Các vị trí dây điện xuyên qua tường bao che phải có ống lót.

XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN CHẠY BẰNG XĂNG

Điều quan tâm trước tiên khi xác định công suất (watt hoặc VA) của tổ hợp động cơ/máy phát điện là công suất này phải đủ cung cấp cho tải dự kiến. Sự xác định công suất khá phức tạp, vì các động cơ điện yêu cầu dòng điện cao khi chúng khởi động.

Đối với các động cơ nhỏ, dòng khởi động chỉ kéo dài khoảng một giây, nhưng có thể cao gấp bốn lần dòng làm việc bình thường. (Các động cơ rất lớn có thể yêu cầu dòng khởi động cao hơn nhiều). Đây là yếu tố quan trọng khi xác định công suất máy phát điện. Tuy nhiên, hệ số khởi động không quan trọng khi sử dụng điện lưới, vì các đường dây điện lực có dung lượng dòng điện lớn nên dòng khởi động của các động cơ thông thường trở nên không đáng kể. (Nhưng dòng khởi động của các động cơ vài ngàn mã lực có thể quan trọng).

Trái lại, điện dung của các tổ hợp động cơ/máy phát điện bị giới hạn bởi công suất (mã lực) của động cơ và quán tính của các bộ phận chuyển động trong động cơ. Các tổ hợp này có thể xử lý xung dòng điện trong thời gian ngắn, nhưng không thể cung cấp dòng điện cao dài hạn, chẳng hạn, khi động cơ lớn khởi động.

Nếu động cơ có công suất làm việc 2200 W (khoảng 3 mã lực), bạn có thể cho rằng cung cấp dòng điện cần thiết cho động cơ này bằng máy phát điện 2500 W (hoặc VA) là hợp lý. Nhưng nếu thực hiện điều đó, động cơ sẽ có khả năng bị hư. Khi làm việc, động cơ chỉ cần 2200 W, đây là định mức công suất ghi trên bảng tên động cơ. Tuy nhiên, khi khởi động, động cơ có thể yêu cầu đến 5000 W, cao hơn nhiều so với khả năng cung cấp của máy phát điện. Nếu máy phát điện bị quá tải (như trong trường hợp này), điện áp ngõ ra sẽ giảm, và thường dẫn đến cháy động cơ.

Mặc dù có vẻ hợp lý khi lập luận điện áp đến động cơ thấp, nguy cơ cháy động cơ sẽ giảm, nhưng điều đó không phù hợp với trường hợp này. Điện áp đến động cơ giảm sẽ làm thay đổi cường độ từ trường tạo ra chuyển động quay của động cơ. Nói tóm lại: Khi điện áp giảm, ảnh hưởng này tác dụng lên từ trường tạo ra dòng điện lớn và nguy hiểm truyền qua các cuộn dây của động cơ. Ngoài sự hư hỏng động cơ, dòng điện quá cao cũng có thể làm hư máy phát điện.

Sau đây là các bước xác định chính xác công suất máy phát điện theo tải:

1. Cộng công suất của toàn bộ hệ thống chiếu sáng, các thiết bị, dụng cụ,... sẽ nhận công suất từ máy phát điện cùng một lúc. Có thể tìm thông tin này trên bảng tên thiết bị.
2. Xác định công suất của tất cả các động cơ sẽ được cấp điện bằng máy phát điện.
3. Cộng kết quả ở các Bước 1 và 2 để xác định dòng điện làm việc.

4. Xác định dòng khởi động của từng động cơ sẽ vận hành với máy phát điện. Trung bình dòng khởi động thường cao gấp ba lần dòng điện làm việc, hoặc bằng một nửa dòng hãm rotor (được ghi dưới dạng LRA (Locked Rotor Amps) trên hầu hết các bảng tên động cơ).
5. Xác định số động cơ có thể được khởi động đồng thời.
6. Nếu hai hoặc nhiều động cơ sẽ khởi động đồng thời, sử dụng các dòng khởi động *phụ* (chênh lệch giữa dòng điện làm việc và dòng điện khởi động của chúng) làm dòng khởi động.
7. Nếu mỗi lần chỉ khởi động một động cơ (hoặc chỉ có một động cơ), sử dụng dòng khởi động phụ của động cơ lớn nhất làm dòng khởi động.
8. Cộng thêm 25% vào cả hai tổng số công suất làm việc và công suất khởi động dành cho các nhu cầu trong tương lai.
9. Máy phát điện cần có "watt định mức" ít nhất là bằng công suất làm việc (đã cộng thêm 25%).
10. Máy phát điện phải có VA cực đại ít nhất là bằng công suất làm việc (W) cộng với công suất khởi động (W).

CÔNG SUẤT CỦA CÁC THIẾT BỊ THÔNG DỤNG

Sau đây là danh sách các phụ tải phổ biến nhất và công suất (W) tương ứng của chúng, cả công suất làm việc và công suất cực đại:

Thiết bị	Công suất làm việc	VA cực đại
Bóng đèn 100 W	100	100
Máy thu thanh (radio)	150	150
Quạt	200	600
Tivi	400	400
Tủ lạnh	400	1200
Quạt lò sưởi 1/3 HP	400	1200
Máy hút bụi	600	1800
Bơm nước thải 1/3 HP	700	2100
Tủ lạnh/tủ kem	800	2400
Cưa đĩa 6-inch	800	2400
Đèn pha	1000	1000
Máy khoan 1/2 inch	1000	3000
Lò nướng bánh	1200	1200

Thiết bị	Công suất làm việc	VA cực đại
Máy xay cà phê	1000	1000
Chảo điện	1200	1200
Cưa xích	1200	3600
Bơm giếng 1/2 HP	1400	4200
Cưa đĩa 10 inch	2000	6000
Lò điện	10.000	10.000

CÁC TÍNH NĂNG TÙY CHỌN

Như đã trình bày, có thể bổ sung nhiều tính năng phụ vào máy phát điện chạy bằng xăng. Sau đây là các tính năng thông dụng nhất và lý do sử dụng chúng.

Tính năng	Công dụng
Bộ ngắt mạch	Bảo vệ máy phát điện và phụ tải khi bị quá dòng.
Đồng thời	Cho phép mang tải đồng thời nạp điện cho ắc quy công suất ac và dc.
Bảng ngõ ra	Cho phép tiếp cận dễ dàng với các ngõ ra.
Ngõ ra dung lượng toàn phần	Cho phép kéo tải toàn phần từ một ngõ ra.
Khung bảo vệ	Bảo vệ động cơ và máy phát điện trong khi di chuyển.
Đế gá chống rung	Giảm rung động và giúp máy phát điện chạy êm hơn (cần thiết khi lắp máy phát điện trong nhà).
Bộ chặn tia lửa	Loại trừ nguy cơ hỏa hoạn khi vận hành máy phát điện gần vật liệu dễ cháy; giảm tiếng ồn.
Bình xăng lớn	Kéo dài thời gian vận hành giữa các lần nạp nhiên liệu.
Tắt máy khi mức dầu thấp	Ngăn động cơ bị hư khi mức dầu (nhớt) quá thấp
Điều khiển không tải	Giảm một nửa tốc độ quay của động cơ khi vận hành không tải; giảm tiếng ồn và mức tiêu thụ nhiên liệu; kéo dài tuổi thọ động cơ.
Khởi động động cơ cao	Các cuộn dây của máy phát điện đặc biệt cung cấp công suất cao cho sự khởi động động cơ cảm ứng và động cơ tụ điện.
Đánh lửa điện tử	Không có "tiếp điểm"; giảm hoạt động bảo trì.
Khởi động bằng điện	Khởi động bằng nút bấm.
Công suất công nghiệp	Kèm theo các ống lót bằng gang; tăng tuổi thọ động cơ.
Làm nguội kiểu hút	Loại bỏ nhiệt và khói ra khỏi khu vực lắp đặt hệ thống.
Bộ bánh xe	Dễ di chuyển.
Khoen nâng	Giúp di chuyển các máy phát điện lớn dễ dàng hơn.

Một số chức năng khác bạn cần tìm kiếm là sự điều áp và định mức vận hành liên tục.

NHỮNG YẾU TỐ KHÁC

Ngoài các yếu tố nêu trên, sự phù hợp với môi trường làm việc cũng là yếu tố quan trọng. Nếu lắp đặt ngoài trời, máy phát điện phải có bao che. Máy phát điện không phải là đối tượng chịu tác động cơ học, và nếu các mạch cấp điện của máy phát chạy ngoài trời, cần lắp thiết bị chống sét. (Ngay cả khi không có khả năng bị sét đánh trực tiếp, thiết bị chống sét vẫn quan trọng, vì sét có thể cảm ứng điện áp cao vào mạch điện ngoài trời. Điện áp này xuất hiện trong các đường dây dài, ví dụ, mạch điện dẫn đến bơm nước giếng).

Một yếu tố cần lưu ý khác là độ cao. Đối với mỗi 1000 ft (304 mét) trên mực nước biển, công suất máy phát điện giảm 3,5%.

Máy phát điện quay chậm thường bền hơn máy quay nhanh, do các ổ đỡ của chúng ít bị mòn. Đây thường là lý do để chọn máy phát điện quay chậm. Ngoài ra, các thay đổi tốc độ có thể tạo ứng suất cao lên máy phát điện.

DIESEL, PROPANE, KHÍ THIÊN NHIÊN

Tuy có vài khác biệt nhỏ, nhưng có thể áp dụng hầu hết các vấn đề đã trình bày về máy phát điện chạy bằng xăng cho máy phát điện chạy bằng diesel, khí thiên nhiên, và propane.

Các máy phát điện chạy bằng diesel thường có chi phí vận hành thấp hơn thiết bị xăng, yêu cầu bảo trì cũng ít hơn, vì chúng không có hệ thống đánh lửa.

Các máy phát điện vận hành bằng khí (propane hoặc khí thiên nhiên) cũng có chi phí vận hành thấp hơn thiết bị xăng. Tương tự máy phát điện chạy bằng diesel, máy phát điện vận hành bằng khí đắt hơn thiết bị xăng, mặc dù chênh lệch này không lớn.

MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ

Do đáng tin cậy và linh hoạt, máy phát điện đồng bộ thường được sử dụng cho các hệ thống phát điện độc lập cỡ trung. Máy phát điện đồng bộ có phần kích từ quay. Nghĩa là, các cuộn dây phần ứng (ở giữa máy phát điện) được giữ cố định, và các cuộn kích từ (trên chu vi máy phát điện) quay. Trái lại, trong động cơ điện, phần ứng ở giữa động cơ chuyển động còn các cuộn kích từ cố định.

Vì vậy, điện năng được lấy trực tiếp từ phần ứng cố định thay vì từ các cuộn kích từ chuyển động. Điều này thuận lợi hơn, vì lấy điện từ máy phát điện xoay chiều đòi hỏi sử dụng các vành tiếp điện và chổi than (những chi tiết này cần bảo trì 5 năm một lần). Sự bảo trì cuộn kích từ quay dễ hơn bảo trì phần ứng cố định.

Tần số, điện áp, và dòng điện của máy phát điện đồng bộ như sau:

- **Tần số.** Được xác định bằng tốc độ quay của cuộn kích từ.
- **Điện áp**. Được xác định bằng lượng dòng điện truyền qua các cuộn kích từ.
- **Dòng điện.** Được xác định bằng lượng moment xoắn cần thiết để làm quay các cuộn kích từ.

Lưu ý, dòng điện truyền qua các cuộn kích từ của máy phát điện đồng bộ là dòng điện một chiều. Sử dụng dòng điện xoay chiều sẽ tạo ra các điện áp và tần số dao động lớn, dẫn đến hư hỏng thiết bị nhanh chóng. Máy phát điện đồng bộ tạo ra dòng điện xoay chiều khi từ trường do dòng điện dc tạo ra trong các cuộn kích từ đi vào và đi ra khỏi các cuộn dây phần ứng. Các từ trường này tạo ra dòng điện lưu thông theo một chiều khi đi vào các cuộn dây phần ứng, và tạo ra dòng điện lưu thông theo chiều khác khi đi ra khỏi phần ứng.

Cường độ dòng điện do máy phát điện đồng bộ tạo ra liên quan trực tiếp với lượng moment xoắn cần thiết để làm quay phần cảm. Nói cách khác, khi tải yêu cầu dòng điện cao, trục máy phát điện khó quay hơn. Trái lại, khi tải cần dòng điện thấp, các cuộn kích từ dễ quay hơn. Ảnh hưởng này là do sự tương tác của các từ trường trong máy phát điện gây ra.

BỘ KÍCH THÍCH MÁY PHÁT ĐIỆN

Hầu hết máy phát điện đồng bộ hiện nay đều sử dụng *bộ kích thích* không có chổi than để tạo ra dòng điện ban đầu trong các cuộn dây của máy phát điện. Bộ kích thích là máy phát điện ac nhỏ lắp trên trục chính. Điện áp ac do bộ kích thích tạo ra được chỉnh lưu bằng bộ chỉnh lưu quay 3-pha lắp trên trục chính. Điện áp dc từ ngõ ra của bộ chỉnh lưu được đưa vào phần cảm của máy phát điện, phần này cũng lắp trên trục chính. Bộ điều áp được dùng để điều khiển dòng kích từ của bộ kích thích, qua đó có thể điều khiển chính xác điện áp kích từ, và ổn định điện áp ra của máy phát điện.

Do các tải "phi tuyến" (dao động) gây ra dòng điện hài không mong muốn trong hệ thống điện, một số nhà sản xuất máy phát điện trang bị bộ kích thích nam châm vĩnh cửu (PME) để cung cấp từ trường cho bộ kích thích không có chổi than. Khi chọn máy phát điện đồng bộ, bạn cần nghiên cứu nhu cầu hoặc lợi ích của bộ kích thích nam châm vĩnh cửu.

ĐIỀU HÒA ĐIỆN ÁP

Điện áp ra của máy phát điện đồng bộ được điều khiển bằng sự kích thích các cuộn kích từ. Để thực hiện điều này, bộ điều áp của máy phát điện sẽ đo điện áp ra, so sánh điện áp này với điện áp chuẩn từ diode zener và điều chỉnh dòng kích thích theo yêu cầu để duy trì điện áp ra ở giá trị định mức. Nếu tải thay đổi, dòng kích thích được điều chỉnh liên tục để giữ điện áp không đổi.

TẦN SỐ VÀ ĐIỀU HÒA TẦN SỐ

Tần số của dòng điện ra ac phụ thuộc vào hai yếu tố: số cực từ của máy phát điện và tốc độ quay (vòng/phút). Công thức tính tần số:

$$\text{Tần số} = \frac{\text{vòng / phút} \times \text{số cực từ}}{120}$$

Như vậy, để cung cấp tần số 60 Hz, máy phát điện 2-cực phải quay ở 1800 vòng/phút, và máy phát điện 8-cực phải có tốc độ quay 900 vòng/phút. Để thu được tín hiệu ra 50 Hz, các máy phát điện này phải có tốc độ quay hơi chậm hơn (theo công thức trên).

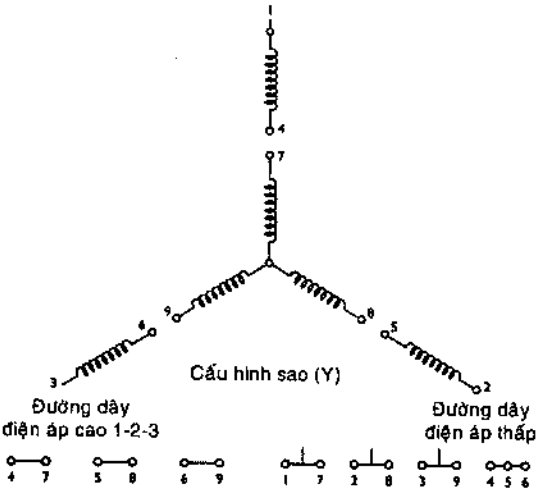
Vì tần số thường không thay đổi (60 hoặc 50 Hz), sự điều khiển tốc độ máy phát điện là chủ yếu. Điều này được thực hiện bằng cách điều khiển chính xác vòng/phút của máy động lực, và thiết bị điều khiển tốc độ quay của máy động lực được gọi là *bộ điều tốc*.

CÁC CÁCH ĐẤU NỐI

Cách đấu nối máy phát điện đồng bộ có thể rất khác nhau. Máy phát điện có thể được thiết kế cho sự vận hành 1-pha hoặc 3-pha, điện áp đơn hoặc kép, theo cấu hình sao hoặc tam giác,... Hầu hết các máy phát điện đồng bộ hiện nay đều nối kết theo cấu hình sao (Y) và nhiều máy cung cấp hai mức điện áp.

XÁC ĐỊNH ĐẦU DÂY

Trong những năm gần đây, hai hệ thống chuẩn được sử dụng để xác định các đầu dây ra của máy phát điện: NEMA (Hiệp Hội Các Nhà Sản Xuất Điện Hoa Kỳ) và IEC (Ủy Ban Kỹ Thuật Điện Quốc Tế). Các máy phát điện sản suất tại Hoa Kỳ tuân theo Tiêu chuẩn NEMA. Các đầu dây này thường được xác định theo chữ "T" và số.



Hình 5-1. Ký hiệu dây dẫn của máy phát điện

Hình 5-1 minh họa cách ký hiệu NEMA đối với máy phát điện, cùng với cách ký hiệu IEC sử dụng mẫu tự U, V, và W và các số.

Cả hai tiêu chuẩn NEMA và IEC đều ghi rõ các dây phần cảm được xác định bằng mẫu tự "F", với F1 là dương và F2 là âm. Các dây này cũng có thể được ký hiệu là + hoặc POS và – hoặc NEG.

ĐẶC ĐIỂM KỸ THUẬT

Khi xác định hoặc chọn máy phát điện, bạn phải xem xét nhiều yếu tố. Như đã trình bày, các yếu tố liên quan đến nguồn động lực phải được quan tâm như nhau. Sau đây là các yếu tố quan trọng đối với máy phát điện:

- Loại máy phát điện.
- Tốc độ quay (vòng/phút), tần số.
- Vị trí lắp đặt, vỏ bao che.
- Định mức kilowatt, hiệu suất.
- Số pha, hệ số công suất.
- Các bộ điều khiển, cơ cấu chuyển mạch.
- Công suất, các điều kiện khởi động.

Bạn cần liên hệ với nhà cung cấp nếu dự định sử dụng máy phát điện để cung cấp cho các tải động cơ lớn. Nhiều động cơ có dòng khởi động rất lớn, vượt quá khả năng cung cấp của máy phát điện.

CÁC TẢI PHI TUYẾN

Nếu các phụ tải bao gồm cả tải phi tuyến (bộ nguồn máy tính, ballast điện tử, hoặc trang thiết bị điện tử tương tự), bạn cần tham khảo ý kiến của nhà cung cấp máy phát điện để có thể thực hiện các bước chính xác nhằm tránh quá nhiệt thiết bị hoặc những vấn đề do sóng hài gây ra. Một số nhà sản xuất giới thiệu các máy phát điện có trở kháng thấp và kỹ thuật thiết kế cuộn dây tiên tiến để giảm ảnh hưởng của dòng điện hài. Trong một số trường hợp, máy phát điện có thể phải giảm công suất và tăng cỡ dây trung tính để cung cấp điện cho các tải phi tuyến phức tạp một cách an toàn.

MÁY PHÁT ĐIỆN CẢM ỨNG

Về cơ bản, cấu tạo của máy phát điện cảm ứng tương tự động cơ cảm ứng rotor lồng sóc và stator dây quấn. Khi được truyền động trên tốc độ đồng bộ đã thiết kế, động cơ cảm ứng trở thành máy phát điện. (Ở dưới tốc độ đồng bộ, nó thực hiện chức năng động cơ). Thông thường, nếu vận hành dưới dạng máy phát điện, thiết kế máy có thể thay đổi để cho phép vận hành hiệu quả hơn.

Do không có bộ kích thích, máy phát điện cảm ứng phải vận hành song song với điện lưới. Nguồn điện bên ngoài này cung cấp công suất phản kháng (vô công) cho sự hoạt động của máy phát điện. Ngoài ra, tần số của máy phát điện cảm ứng cũng tự động khóa chặt theo tần số điện lưới.

Các máy phát điện cảm ứng thường được chọn để sử dụng trong các hệ thống đồng phát điện, và chúng sẽ vận hành song song với lưới điện. So với máy phát điện đồng bộ, chúng có các ưu điểm nhất định. Điện áp và tần số được điều khiển bằng nguồn điện lưới, vì vậy, không cần sử dụng bộ điều áp. Cấu tạo của máy phát điện cảm ứng có độ tin cậy cao, ít cần bảo trì, chỉ cần các bộ điều khiển và rơle bảo vệ nhỏ. Nhược điểm chính của loại máy phát điện này là không thể vận hành độc lập dưới dạng máy phát điện dự phòng trong nhiều ứng dụng.

Chương 6

SỰ TRUYỀN ĐỘNG CÔNG SUẤT CƠ HỌC

Sự truyền động công suất cơ học đặc biệt quan trọng trong môi trường công nghiệp. Với công suất cơ học quá lớn (không phải công suất điện) được sử dụng cho nhiều quá trình khác nhau, sự truyền động là vấn đề quan trọng. Truyền động công suất cơ học trở thành trách nhiệm của người kỹ thuật điện khi điều này liên quan đến trang thiết bị do họ lắp đặt.

Mối quan tâm trước tiên trong sự truyền động công suất cơ học là tất cả trang thiết bị phải được lắp đặt cố định vào đế cứng vững. Mọi phương pháp truyền động công suất trong chương này đều dựa trên giả thiết là thiết bị được lắp đặt chính xác.

Phương pháp thông dụng nhất đối với truyền động công suất cơ học quay giữa các trục kế cận là thông qua dây đai, mặc dù xích và bánh răng cũng được sử dụng.

Chương này sẽ trình bày cách sử dụng các dây đai V, các khái niệm truyền động công suất chung, và các khớp nối truyền động công suất.

BƯỚC

Bước là từ thông dụng liên quan đến các hoạt động máy móc và cơ khí. Bước là *khoảng cách từ một điểm đến điểm tương ứng*.

Đường kính vòng chia và vòng chia

Đường kính vòng chia là khoảng cách ngang qua tâm vòng chia. Kích thước đường kính vòng chia là giá trị cụ thể, mặc dù vòng chia là tưởng tượng. Các tính toán về truyền động công suất quay dựa trên khái niệm các vòng hoặc hình trụ tiếp xúc. Các vòng này được gọi là vòng chia.

Khi các trục quay, bề mặt của các vòng chia di chuyển qua các khoảng cách bằng nhau với tốc độ bằng nhau (giả sử không có tình trạng trượt). Khi đó các trục quay theo tốc độ tỷ lệ với chu vi của các vòng chia, vì vậy sẽ tỷ lệ với các đường kính vòng chia.

Khái niệm các vòng chia tiếp xúc áp dụng cho sự truyền động dây đai hoặc xích, mặc dù các vòng chia không thực sự tiếp xúc với

nhau. Điều này là đúng, vì thực ra dây đai hoặc xích là sự mở rộng bề mặt vòng chia.

Khi chuyển động quay xảy ra, các bề mặt vòng chia di chuyển qua khoảng cách bằng nhau với tốc độ bề mặt bằng nhau.

Vì chu vi vòng chia 4-inch gấp đôi chu vi vòng chia 2-inch, tốc độ quay của vòng 4-inch sẽ bằng một nửa tốc độ của vòng 2-inch.

Các phép tính

Các phép tính tốc độ quay và đường kính vòng chia dùng cho dây đai, xích, và bánh răng được dựa trên khái niệm các vòng chia tiếp xúc. Có thể phát biểu mối quan hệ xuất phát từ khái niệm này như sau:

- Các tốc độ trục tỷ lệ nghịch với các đường kính vòng chia.
- Quan hệ giữa các tốc độ quay và đường kính vòng chia có thể được biểu diễn dưới dạng công thức:

$$\frac{\text{Tốc độ quay của bộ phận truyền động}}{\text{Tốc độ quay của bộ phận được truyền động}} = \frac{\text{Đường kính vòng chia của bộ phận được truyền động}}{\text{Đường kính vòng chia của bộ phận truyền động}}$$

Để đơn giản hóa phương trình này, các mẫu tự và số được sử dụng thay cho các cụm từ.

S1: tốc độ quay của bộ phận truyền động.

S2: tốc độ quay của bộ phận được truyền động (bị động).

P1: đường kính vòng chia của bộ phận truyền động.

P2: đường kính vòng chia của bộ phận được truyền động.

Phương trình căn bản trên sẽ trở thành:

$$\frac{S1}{S2} = \frac{P2}{P1}$$

Phương trình này có thể sắp xếp theo các dạng sau, mỗi dạng dùng cho một trong bốn giá trị. Để tìm giá trị chưa biết, bạn thay các giá trị đã biết vào phương trình tương ứng.

$$P1 = \frac{S2 \times P2}{S1}; \qquad P2 = \frac{S1 \times P1}{S2}$$

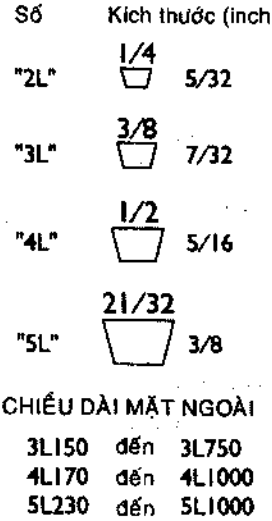
$$S1 = \frac{P2 \times S2}{P1}; \qquad S2 = \frac{P1 \times S1}{P2}$$

Cũng có thể phát biểu các phương tình trên dưới dạng quy tắc:

- Để tìm *tốc độ của trục truyền động*, nhân đường kính vòng chia bị động với tốc độ của trục được truyền động và chia cho đường kính vòng chia chủ động.
- Để tìm *tốc độ của trục được truyền động*, nhân đường kính vòng chia chủ động với tốc độ của trục truyền động và chia cho đường kính vòng chia bị động.
- Để tìm *đường kính vòng chia bị động*, nhân đường kính vòng chia chủ động với tốc độ của trục truyền động và chia cho tốc độ của trục được truyền động.

DÂY ĐAI V

Dây đai V có mặt cắt hình côn giúp chúng lèn chặt vào rãnh puli khi mang tải. Tác dụng truyền động xảy ra nhờ tiếp xúc ma sát giữa các cạnh dây đai và bề mặt rãnh. Mặc dù hình dạng mặt cắt thay đổi chút ít theo cách chế tạo, chủng loại, và kích cỡ, nhưng hầu hết đai V đều có góc trong khoảng 42^0. Ba loại đai V: công suất nhỏ, đa dụng, và hình nêm.



Hình 6-1. Kích thước đai V

Dây đai công suất nhỏ

Loại dây đai này được thiết kế cho các tải không liên tục và tương đối nhẹ, chủ yếu được sử dụng dưới dạng đơn lẻ trên các cơ cấu truyền động công suất nhẹ. Hình 6-1 minh họa bốn kích thước mặt cắt tiêu chuẩn của loại dây đai công suất nhỏ.

Chiều dài chuẩn của các dây đai công suất nhỏ thay đổi theo gia số 1-inch, từ ngắn nhất 10 inch đến dài nhất 100 inch.

Hệ thống số được dùng để biểu thị kích thước mặt cắt và chiều dài phía ngoài danh định. Số cuối cùng trong số hiệu dây đai biểu thị các phần mười

inch. Do số hiệu dây đai biểu thị chiều dài theo mặt ngoài, chiều dài dây đai dọc theo đường chia hơi ngắn hơn giá trị được biểu thị qua số hiệu kích thước danh định.

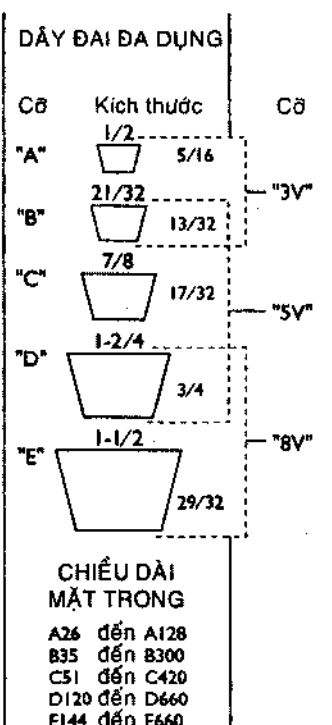
Ví dụ, dây đai 3L470 có kích cỡ 3L và chiều dài phía ngoài 47 in. Tương tự, 4L425 là dây đai cỡ 4L có chiều dài phía ngoài 42,5 inch.

Dây đai đa dụng

Các dây đai này được thiết kế để làm việc liên tục trong các ứng dụng công nghiệp. Hầu hết các nhà sản xuất đều cung cấp hai loại: loại tiêu chuẩn và loại chất lượng cao. Dây đai tiêu chuẩn phù hợp với phần lớn các truyền động công nghiệp có tải, tốc độ, khoảng cách tâm, đường kính puli, và điều kiện vận hành bình thường. Loại chất lượng cao được chế tạo cho các truyền động chịu tải nặng, va đập, rung động, nhiệt độ,...

Đai V đa dụng được chế tạo theo năm cỡ tiết diện tiêu chuẩn, ký hiệu A, B, C, D, E (Hình 6-2).

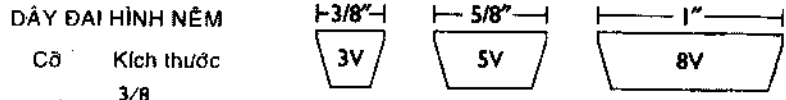
Chiều dài vòng chia thực tế của dây đai đa dụng có thể lớn hơn một đến vài inch so với chiều dài danh định được biểu thị trên số hiệu dây đai. Điều này là do số hiệu dây đai biểu thị chiều dài dọc theo mặt trong dây đai. Vì các tính toán chiều dài dây đai liên quan đến chiều dài dây đai trên đường chia, khi chọn dây đai bạn cần tham khảo bảng chiều dài dây đai theo đường chia.



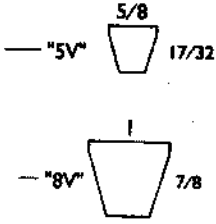
Hình 6-2. Kích thước đai V đa dụng.

Dây đai hình nêm

Dây đai hình nêm là đai V cải tiến để giảm kích thước, trọng lượng, và chi phí truyền động bằng đai V. Sử dụng vật liệu cải tiến, các dây đai này có tiết diện trên mỗi mã lực nhỏ hơn, sử dụng các puli đường kính nhỏ hơn, và khoảng cách tâm ngắn hơn so với các dây đai đa dụng. Do cấu tạo chịu tải nặng, loại dây đai này chỉ có ba cỡ, nhưng có thể bao



Hình 6-4. Chiều rộng dây đai



CHIỀU DÀI ĐƯỜNG CHIA

3V250 đến 3V1650
5V500 đến 5V3550
8V1000 đến 8V5000

Hình 6-3. Kích thước ba loại dây đai hình nêm

quát khoảng công suất của năm cỡ dây đai đa dụng. Hình 6-3 minh họa kích thước tiết diện của ba loại dây đai hình nêm (3V, 5V, 8V).

Số hiệu dây đai hình nêm biểu thị số 1/8 inch chiều rộng đỉnh dây đai. Như minh họa trên Hình 6-4, dây đai 3V có chiều rộng đỉnh là 3/8 inch, 5V có chiều rộng đỉnh là 5/8 inch, và 8V có chiều rộng đỉnh là 1 inch (8/8).

Chiều dài dây đai được biểu thị trên số hiệu là chiều dài đường chia hiệu dụng của dây đai. Vì dây đai được xác định theo chiều dài đường chia, khi chọn dây đai hình nêm, có thể sử dụng trực tiếp số hiệu dây đai.

Sự kết hợp dây đai

Trong truyền động nhiều dây đai, sự vận hành thỏa đáng đòi hỏi mỗi dây đai phải mang phần tải của chúng. Để đạt được điều này, tất cả các dây đai tham gia truyền động phải có chiều dài bằng nhau. Do sự chế tạo dây đai có chiều dài chính xác là không kinh tế, hầu hết các nhà sản xuất đều tuân theo cách ký hiệu quy ước (xem Bảng 6-1).

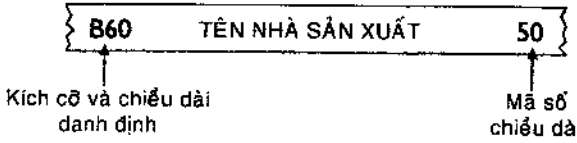
Mỗi dây đai được đo dưới sức căng xác định và đánh dấu bằng mã số để biểu thị sự thay đổi của dây đai so với chiều dài danh định. Số 50 thường được dùng làm mã số biểu thị dây đai ở trong dung sai cho phép của chiều dài danh định. Với mỗi 1/10 inch dài hơn chiều dài danh định, số 50 được tăng thêm 1. Với mỗi 1/10 inch ngắn hơn chiều dài danh định, số 50 được trừ bớt 1. Hầu hết các mã số của nhà sản xuất đều được ghi như trên Hình 6-5.

Ví dụ, nếu dây đai 60 inch, tiết diện B, được sản xuất dài hơn 3/10 inch, dây đai này sẽ có ký hiệu là 53 thay vì 50; nếu ngắn hơn 3/10 inch, nó sẽ mang ký hiệu 47. Mặc dù cả hai dây đai này đều có số hiệu B60, nhưng không thể ghép chúng thành bộ, vì chiều dài thực tế của chúng khác nhau.

Bảng 6-1. Ký hiệu dây đai

Dây đai A			Dây đai B			Dây đai C		
Số hiệu dây đai	Chiều dài vòng chia	Chiều dài mặt ngoài	Số hiệu dây đai	Chiều dài vòng chia	Chiều dài mặt ngoài	Số hiệu dây đai	Chiều dài vòng chia	Chiều dài mặt ngoài
A26	27,3	28,0	B35	36,8	38,0	C51	53,9	55,0
A31	32,3	33,0	B38	39,8	41,0	C60	62,9	64,0
A35	36,3	37,0	B42	43,8	45,0	C68	70,9	72,0
A38	39,3	40,0	B46	47,8	49,0	C75	77,9	79,0
A42	43,3	44,0	B51	52,8	54,0	C81	83,9	85,0
A46	47,3	48,0	B55	56,8	58,0	C85	87,9	89,0
A51	52,3	53,0	B60	61,8	63,0	C90	92,9	94,0
A55	56,3	57,0	B68	69,8	71,0	C96	98,9	100,0
A60	61,3	62,0	B75	76,8	78,0	C105	107,9	109,0
A68	69,3	70,0	B81	82,8	84,0	C112	114,9	116,0
A75	76,3	77,0	B85	86,8	88,0	C120	122,9	124,0
A80	81,3	82,0	B90	91,8	93,0	C128	130,9	132,0
A85	86,3	87,0	B97	98,8	100,0	C136	138,9	140,0
A90	91,3	92,0	B105	106,8	108,0	C144	146,9	148,0
A96	97,3	98,0	B112	113,8	115,0	C158	160,9	162,0
A105	106,3	107,0	B120	121,8	123,0	C162	164,9	166,0
A112	113,3	114,0	B128	129,8	131,0	C173	175,9	177,0
A120	121,3	122,0	B136	137,8	139,0	C180	182,9	184,0
A128	129,3	130,0	B144	145,8	147,0	C195	197,9	199,0
			B158	159,8	161,0	C210	212,9	214,0
			B173	174,8	176,0	C240	240,9	242,0
			B180	181,8	183,0	C270	270,9	272,0
			B195	196,8	198,0	C300	300,9	302,0
			B210	211,8	213,0	C360	360,9	362,0
			B240	240,3	241,5	C390	390,9	392,0
			B270	270,3	271,5	C420	420,9	422,0
			B300	300,3	301,5			

Dây đai D			Dây đai 3V		Dây đai 5VDa		·y đai 8V	
Số hiệu dây đai	Chiều dài vòng chia	Chiều dài mặt ngoài	Số hiệu dây đai	Chiều dài dây đai	Số hiệu dây đai	Chiều dài dây đai	Số hiệu dây đai	Chiều dài dây đai
			3V250	25,0	5V500	50,0	8V1000	100,0
D120	123,3	125,0	3V265	26,5	5V530	53,0	8V1060	106,0
D128	131,3	133,0	3V280	28,0	5V560	56,0	8V1120	112,0
D144	147,3	149,0	3V300	30,0	5V600	60,0	8V1180	118,0
D158	161,3	163,0	3V315	31,5	5V630	63,0	8V1250	125,0
D162	165,3	167,0	3V335	33,5	5V670	67,0	8V1320	132,0
D173	176,3	178,0	3V355	35,5	5V710	71,0	8V1400	140,0
D180	183,3	185,0	3V375	37,5	5V750	75,0	8V1500	150,0
D195	198,3	200,0	3V400	40,0	5V800	80,0	8V1600	160,0



Hình 6-5. Nhãn hiệu dây đai

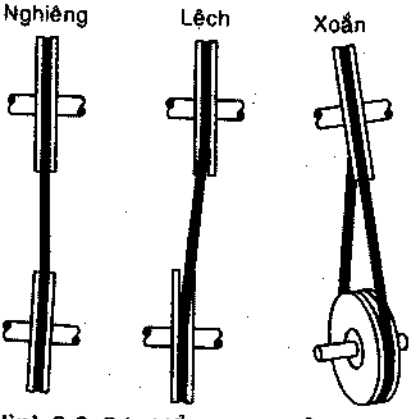
Chiều dài dây đai có thể thay đổi chút ít trong quá trình bảo quản. Tuy nhiên, trong điều kiện tốt, các thay đổi này không vượt quá dung sai cho phép. Có thể kết hợp các dây đai theo mã số tương thích. Tốt nhất, bộ dây đai nên gồm các dây đai có cùng mã số; tuy nhiên, tính đàn hồi cho phép chiều dài của chúng khác nhau chút ít.

Sự thẳng hàng

Tuổi thọ của dây đai V trước hết phụ thuộc vào chất lượng vật liệu, thứ hai là sự lắp đặt và bảo dưỡng. Một trong các yếu tố lắp đặt có ảnh hưởng lớn nhất đến thời gian sử dụng là sự cân chỉnh dây đai. Trên thực tế, sự không thẳng hàng quá mức có lẽ là nguyên nhân phổ biến nhất làm giảm tuổi thọ của dây đai.

Nhờ tính mềm dẻo vốn có, các đai V có thể tự điều chỉnh theo mức độ không thẳng hàng mà các kiểu truyền động công suất khác không cho phép, nhưng chúng phải ở trong các giới hạn hợp lý. Tuổi thọ tối đa của dây đai chỉ có thể đạt được với sự thẳng hàng chính xác, và độ lệch lớn hơn 1/16 inch đối với mỗi khoảng cách tâm 12 inch sẽ dẫn đến sự mài mòn rất nhanh.

Sự không thẳng hàng của truyền động dây đai là do các trục bị lệch hoặc nghiêng, hoặc do các rãnh puli bị lệch theo chiều trục. Ba dạng không thẳng hàng này được minh họa trên Hình 6-6.



Hình 6-6. Các kiểu không thẳng hàng

Do các trục của hầu hết truyền động dây đai đều ở trong mặt phẳng ngang, có thể chỉnh các trục bị nghiêng bằng cách đặt chúng ngang nhau. Trường hợp các trục không nằm ngang, bạn phải kiểm tra thật cẩn thận để bảo đảm góc nghiêng của cả hai trục như nhau.

Sự kiểm tra độ lệch và độ xoắn của các trục và rãnh trên hầu hết các truyền động có thể thực hiện đồng thời, nếu các trục và các puli chính xác.



Hình 6-7. Kiểm tra sự thẳng hàng của dây đai

Phương pháp thỏa đáng nhất để kiểm tra độ lệch của các trục và độ xoắn của các rãnh là sử dụng thước kiểm (Hình 6-7). Các mũi tên xác định bốn điểm kiểm tra. Khi các puli được chỉnh thẳng hàng chính xác, bạn không nhìn thấy khe sáng tại các điểm này.

Sự lắp đặt

Các đai V không được phép "chạy trên" các puli, vì điều này sẽ đặt ứng suất quá lớn lên các dây đai, và thường làm một số dây đai bị biến dạng hoặc đứt. Dây đai bị hư theo cách này sẽ lắc lư khi mang tải và bị lật ngược trong các rãnh puli. Phương pháp lắp đặt chính xác là nới lỏng phần khung điều chỉnh được, giảm khoảng cách tâm, và lắp các dây đai vào rãnh puli một cách lỏng lẻo.

Sau đây là sáu bước cần thực hiện khi lắp các đai V.

1. Giảm khoảng cách tâm để lắp các dây đai lên puli.
2. Tất cả các dây đai phải có độ chùng trên cùng một phía (đỉnh cơ cấu truyền động).
3. Căng các dây đai đến gần độ căng chính xác.
4. Khởi động thiết bị và cho phép các dây đai ổn định trong rãnh.
5. Dừng thiết bị; tiếp tục căng dây đai đến độ căng chính xác.
6. Kiểm tra lại độ căng của dây đai sau 24 đến 48 giờ hoạt động.

Độ căng

Độ căng dây đai ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất vận hành và tuổi thọ của dây đai. Độ căng quá thấp sẽ dẫn đến tình trạng trượt và mài mòn nhanh chóng cả dây đai và rãnh puli. Độ căng quá cao sẽ tạo ra ứng suất quá mức lên dây đai và tăng các tải không cần thiết.

Có thể căng các dây đai công suất thấp và dây đai đa dụng một cách thỏa đáng bằng cách căng cho đến khi bạn cảm thấy hài lòng; tức là khi dây đai bật (đàn hồi) mạnh nếu bạn gõ lên dây đai. Nếu chưa đủ độ căng, dây đai có vẻ lỏng hoặc "tê liệt" khi được gõ. Độ

căng quá lớn sẽ làm các dây đai có vẻ căng cứng và không có tính đàn hồi.

CÁC KHỚP NỐI

Các khớp truyền động công suất là phương tiện nối kết các trục đồng trục để trục này có thể truyền động trục khác. Ví dụ, nối động cơ điện với trục máy bơm hoặc nối dài trục dẫn động. Các khớp truyền động công suất dùng để nối kết trục được chế tạo theo nhiều kiểu và kích cỡ. Tuy nhiên, có thể phân chúng thành hai nhóm chung: khớp cứng và khớp mềm.

Khớp cứng

Khớp cứng là khớp liên kết các đầu trục với nhau một cách chặt chẽ, tạo thành một đơn vị thống nhất. Chúng cung cấp sự liên kết cố định, tương đương với sự nối dài trục. Loại khớp này chỉ được sử dụng khi cần thẳng hàng chính xác và liên kết chặt chẽ. Đặc tính của các khớp cứng là không cần giá đỡ và tự động chỉnh thẳng hàng các trục khi hai nửa khớp nối trên các đầu trục được nối kết.

Có hai nguyên tắc cơ bản cần tuân thủ để các khớp cứng làm việc thỏa đáng:

1. Sử dụng lực khi lắp ráp hai nửa khớp nối lên các đầu trục.
2. Sau khi lắp ráp, phải kiểm tra độ đảo ở tất cả các bề mặt khớp nối, và bề mặt bị đảo phải được gia công chính xác.

Sự kiểm tra các bề mặt đặc biệt cần thiết nếu hai nửa khớp nối được lắp ráp bằng cách tiếp xúc thay vì bằng lực ép. Không nên sử dụng khớp cứng để nối kết trục của các máy độc lập yêu cầu chỉnh thẳng hàng khi lắp ráp.

Các khớp nối

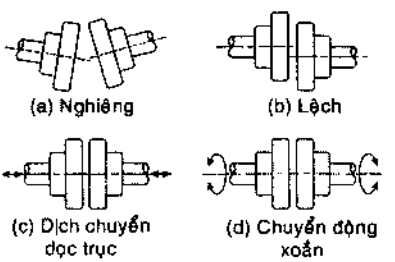
Sự truyền động công suất cơ học thường yêu cầu nối kết hai trục đồng trục được gá lắp độc lập sao cho trục này có thể truyền động trục kia. Các nguồn động lực (thường là động cơ đốt trong hoặc động cơ điện) được nối với bơm, cơ cấu truyền động có thể thay đổi tốc độ, hoặc thiết bị tương tự là những ví dụ tiêu biểu. Các ứng dụng này thường sử dụng khớp mềm (linh hoạt), vì sự thẳng hàng chính xác giữa các đầu trục đồng trục được gá lắp độc lập là không thực tế. Ngoài yếu tố này, các bộ phận được nối kết và ổ lăn của chúng luôn luôn có độ mòn, hư hỏng, và có thể dịch chuyển do sự thay đổi nhiệt độ và các ngoại lực khác.

Ngoài việc cho phép các trục đồng trục có độ không thẳng hàng nhỏ hoạt động, khớp mềm còn cho phép đối với chuyển động dọc trục và chuyển động xoắn. Khớp mềm có các phần tử nối kết phi kim loại còn có ích lợi khác là cung cấp sự cách điện giữa các trục được nối kết. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các máy phát cung cấp điện cho thiết bị nhạy cảm. Trong các trường hợp này, các điện áp nhỏ xuất hiện trong thời gian ngắn có thể truyền qua trục kim loại và đi vào động cơ hoặc các cuộn dây của máy phát điện.

Khớp mềm được thiết kế để bù cho những trường hợp sau đây:

1. Các trục bị nghiêng.
2. Các trục bị lệch.
3. Chuyển động dọc trục.
4. Chuyển động xoắn.

Hình 6-8 minh họa bốn khả năng của các khớp mềm.



Hình 6-8. Các khớp mềm

Khớp mềm chỉ có khả năng bù cho sự mất thẳng hàng nhỏ, không thể tránh khỏi trong quá trình thiết kế các bộ phận máy và khi chỉnh thẳng hàng các trục đồng trục của những thiết bị được nối kết. Đối với mức độ không thẳng hàng lớn, cần sử dụng khớp vạn năng hoặc khớp nối đặc biệt được thiết kế cho sự hoạt động lệch tâm. Không nên sử dụng các khớp mềm để bù cho các sai lệch có chủ ý khi nối kết các đầu trục.

Hầu hết các khớp mềm đều có ba bộ phận căn bản: hai moayơ gắn với các đầu trục và một phần tử mềm dùng để truyền công suất từ moayơ này sang moayơ khác. Khớp mềm có nhiều kiểu để phù hợp với các nhu cầu cụ thể. Phần lớn các khớp mềm đều thuộc một hoặc nhiều nhóm.

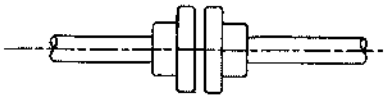
Sự cân chỉnh khớp nối

Sự cân chỉnh khớp nối là hoạt động chỉnh thẳng hàng các đầu trục đồng trục. Trường hợp phổ biến nhất là sử dụng khớp nối để liên kết và truyền công suất cơ học từ đầu trục này đến đầu trục khác. Mục đích chính khi thực hiện hoạt động này là chỉnh thẳng hàng các đường tâm của trục đồng trục qua việc cân chỉnh các bề mặt khớp nối. Hiểu rõ mục tiêu này là điều cần thiết để chỉnh thẳng hàng khớp nối một cách chính xác.

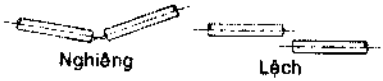
Hình 6-9 minh họa hai nửa khớp nối để giải thích rằng khi các bề mặt khớp nối được chỉnh thẳng hàng, các đường tâm cũng thẳng hàng. Tuy nhiên, điều này chỉ đúng khi bề mặt của hai nửa khớp nối phải chạy chính xác với đường tâm của các trục.

Nếu các bề mặt khớp nối không chạy đúng với các đường tâm trục, sự thẳng hàng của chúng sẽ dẫn đến các đường tâm trục không thẳng hàng. Vì vậy, các bề mặt chạy chính xác là yêu cầu căn bản để quy trình chỉnh thẳng hàng thành công.

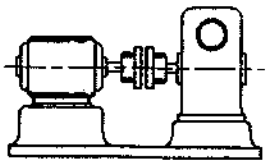
Các trục có thể không thẳng hàng theo hai dạng: nghiêng hoặc lệch. Nghiêng là khi hai trục tạo thành góc thay vì đường thẳng. Lệch là hai trục song song nhưng không trùng nhau (Hình 6-10).



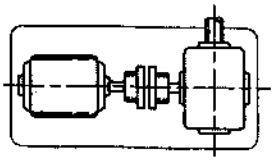
Hình 6-9. Các trục thẳng hàng.



Hình 6-10. Các trục không thẳng hàng.



Chỉnh thẳng hàng theo chiều đứng
Lấy các số đo theo mặt phẳng đứng, tại đỉnh và chân khớp nối



Chỉnh thẳng hàng theo chiều ngang
Lấy các số đo theo mặt phẳng ngang, tại hai bên khớp nối

Hình 6-11. Chỉnh thẳng hàng theo chiều ngang và chiều đứng.

Nghiêng là trường hợp trục này có thể nghiêng lên, nghiêng xuống, hoặc nghiêng qua hai bên so với trục khác. Lệch có thể là trục này cao, thấp, hoặc ở bên cạnh trục khác. Phương pháp hiệu chỉnh độ lệch là cân chỉnh các đường tâm theo hai mặt phẳng thẳng góc; thường là kiểm tra và điều chỉnh theo các mặt phẳng ngang và đứng (Hình 6-11).

Để chỉnh thẳng hàng đường tâm của các trục đồng trục theo hai mặt phẳng ngang và đứng, cần hiệu chỉnh độ nghiêng và độ lệch theo mặt phẳng đứng và thực hiện sự hiệu chỉnh này theo mặt phẳng ngang. Không nên thực hiện các hoạt động hiệu chỉnh theo thứ tự ngẫu nhiên, vì sẽ mất thời gian, một số điều chỉnh sẽ làm thay đổi kết quả điều chỉnh trước đó.

Quy trình hợp lý có thể loại bỏ sự lặp lại các bước. Khi đã thiết lập thứ tự chính xác, cần hoàn thành bước này trước khi bắt đầu bước khác. Trong nhiều trường

hợp, khi tuân thủ thứ tự chính xác, bạn có thể chỉnh thẳng hàng khớp nối bằng bốn bước. Khi cần độ chính xác rất cao, bạn có thể lặp lại các bước này, nhưng luôn luôn theo thứ tự chính xác. Vì sự điều chỉnh được thực hiện bằng cách chèn các miếng chêm vào dưới các điểm tựa, bạn cần kiểm tra độ ổn định của thiết bị, loại bỏ sự gập ghềnh bất kỳ bằng cách chêm sao cho tất cả các chân thiết bị tựa vững chắc lên tấm đế.

Bộ căn lá tiêu chuẩn là dụng cụ thường dùng để xác định kích thước khe hở. Các lá thép được chèn vào khe hở, từng lá hoặc nhiều lá, cho đến khi chặt khít. Sau đó, xác định kích thước khe hở bằng số ghi trên bề mặt lá thép hoặc tính tổng các số này, nếu sử dụng nhiều lá thép.

Mặc dù ít được sử dụng, nhưng dưỡng hình nêm (calip côn) là dụng cụ chính xác, rất thích hợp để điều chỉnh khớp nối.

Ưu điểm chính của dưỡng hình nêm khi điều chỉnh khớp nối là cung cấp số đo trực tiếp, không cần dò tìm bằng phương pháp thử-và-kiểm tra để xác định số đo. Kích thước khe hở được xác định bằng cách chèn đầu mút của dưỡng hình nêm vào khe hở và đọc số đo trên bề mặt chia độ. Một phía của dụng cụ này được chia theo đơn vị phần ngàn inch, phía khác theo milimet.

Hai phương pháp điều chỉnh khớp nối thông dụng là phương pháp thước kiểm - bộ căn lá và phương pháp đồng hồ đo. Cả hai phương pháp đều thực hiện bốn thao tác điều chỉnh theo thứ tự xác định. Và thứ tự này là con đường duy nhất cho phép bạn thực hiện điều chỉnh trong mỗi bước mà không làm xáo trộn kết quả điều chỉnh trước đó. Sau đây là bốn bước cần thực hiện theo thứ tự:

1. **Điều chỉnh bề mặt theo chiều đứng.** Bước điều chỉnh đầu tiên là hiệu chỉnh độ nghiêng theo mặt phẳng đứng. Điều này được thực hiện bằng cách gõ nhẹ lên thiết bị theo yêu cầu. Đo khe hở ở đỉnh và đáy khớp nối, điều chỉnh để đưa các bề mặt này về vị trí chính xác.
2. **Điều chỉnh độ cao theo chiều đứng.** Bước này có tác dụng hiệu chỉnh độ lệch theo mặt phẳng đứng bằng cách nâng thiết bị lên nhưng không thay đổi độ nghiêng. Xác định chênh lệch độ cao từ chân đế đến đường tâm bằng cách đo từ đỉnh và/hoặc đáy khớp nối trên đường kính ngoài.
3. **Điều chỉnh bề mặt theo chiều ngang.** Khi các thiết bị đã thẳng

hàng theo chiều đứng và được chêm vững chắc, có thể thực hiện đồng thời các hoạt động điều chỉnh theo chiều ngang.

4. **Điều chỉnh đường kính ngoài.** Di chuyển thiết bị theo yêu cầu để chỉnh thẳng hàng hai bề mặt và đường kính ngoài tại các mép khớp nối.

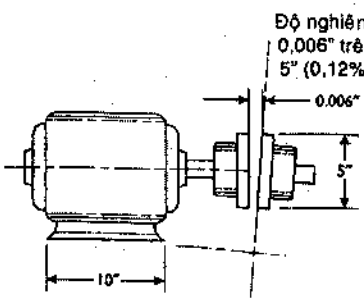
Điều chỉnh bề mặt theo chiều đứng

Bước điều chỉnh đầu tiên này có thể mất nhiều thời gian nếu thực hiện một cách tùy tiện. Sự hiệu chỉnh độ nghiêng đòi hỏi phải chêm để một trong hai thiết bị có vị trí chính xác. Độ dày miếng chêm thường được chọn theo phương pháp thử và kiểm tra.

Độ nghiêng cần thiết (góc thay đổi tại chân đế thiết bị) là góc nghiêng tại các bề mặt khớp nối. Do quan hệ này, độ dày miếng chêm tương ứng với độ nghiêng. Ví dụ, theo Hình 6-12, độ nghiêng tại các bề mặt khớp nối là 0,006 inch trong 5 inch; vì vậy, cứ 5 inch chiều dài chân đế, phải nghiêng thiết bị 0,006 inch để hiệu chỉnh độ nghiêng. Vì chiều dài chân đế gấp đôi 5 inch, chiều dày miếng chêm phải gấp đôi 0,006 inch, tức là 0,012 inch.

Nguyên tắc chung đối với chiều dày miếng chêm như sau: Chiều dài chân đế lớn hơn đường kính khớp nối bao nhiêu lần thì chiều dày miếng chêm sẽ lớn lớn độ nghiêng bấy nhiêu lần.

Để chuẩn bị điều chỉnh khớp nối, bạn cần xác định thiết bị nào sẽ được điều chỉnh (thiết bị truyền động hay thiết bị được truyền động). Thông thường là định vị, cân bằng, và cố định thiết bị được truyền động tại độ cao cần thiết. Sau đó điều chỉnh thiết bị truyền động thẳng hàng với thiết bị được truyền động. Các nối kết của thiết bị được truyền động phải được hoàn chỉnh trước khi tiến hành điều chỉnh khớp nối, chẳng hạn, nối kết ống với bơm hoặc nối kết trục ngõ ra với bộ giảm tốc. Bạn nên lắp thiết bị được truyền động với đường tâm trục của thiết bị này hơi cao hơn đường tâm trục của thiết bị truyền động để có thể chèn các miếng chêm.



Hình 6-12. Các trục không thẳng hàng.

Hầu hết các khớp mềm trên những hệ thống truyền động vận hành ở tốc độ trung bình sẽ làm

việc đạt yêu cầu khi bị nghiêng đến 0,005 inch. Một số khớp nối cho phép nghiêng nhiều hơn. Sự căn chỉnh với dung sai 0,005 inch có thể đạt được nhanh chóng và dễ dàng bằng thước kiểm và bộ căn lá khi bạn làm theo các phương pháp sau đây:

1. **Điều chỉnh bề mặt theo chiều đứng.** Sử dụng bộ căn lá đo chiều rộng khe hở tại đỉnh và đáy giữa các bề mặt khớp nối. Dựa vào hiệu số của hai số đo này để xác định chiều dày miếng chêm cần thiết để hiệu chỉnh độ nghiêng. (Chiều dày miếng chêm sẽ lớn hơn độ nghiêng nếu chiều dài chân đế của thiết bị truyền động lớn hơn đường kính khớp nối). Chèn miếng chêm vào phía đầu thấp của thiết bị truyền động để chỉnh thẳng hàng thiết bị này với thiết bị được truyền động.
2. **Điều chỉnh độ cao theo chiều đứng.** Dùng thước kiểm và bộ căn lá đo mức chênh lệch độ cao giữa thiết bị truyền động và thiết bị được truyền động trên bề mặt đường kính ngoài của khớp nối. Đặt miếng chêm có chiều dày bằng giá trị chênh lệch độ cao vừa đo vào tất cả các điểm tựa của thiết bị truyền động.
3. **Điều chỉnh bề mặt và đường kính ngoài theo chiều ngang.** Dùng thước kiểm kiểm tra sự thẳng hàng của các đường kính ngoài ở hai bên khớp nối. Điều chỉnh thiết bị truyền động theo yêu cầu để chỉnh thẳng hàng các đường kính ngoài và điều chỉnh khe hở ở hai bên bằng nhau. Không làm xáo trộn các miếng chêm.

Bù nhiệt độ

Để bù chênh lệch nhiệt độ giữa điều kiện lắp đặt và điều kiện vận hành, trong quá trình chỉnh thẳng hàng cần điều chỉnh một thiết bị cao hơn hoặc thấp hơn. Ví dụ, các bơm ly tâm nối trực tiếp với động cơ điện để bơm nước lạnh phải được điều chỉnh cao hơn động cơ để bù cho sự giãn nở vỏ động cơ khi nhiệt độ động cơ tăng. Nếu các thiết bị này được dùng để xử lý chất lỏng nóng hơn nhiệt độ làm việc của động cơ, có thể phải điều chỉnh bơm thấp hơn động cơ. Bạn nên tuân thủ các khuyến cáo của nhà sản xuất về sự điều chỉnh ban đầu khi thực hiện bù thay đổi nhiệt độ ở hệ thống lạnh.

Sự điều chỉnh chính thức đối với thiết bị có chênh lệch nhiệt độ vận hành tương đối lớn phải được thực hiện sau khi thiết bị vận hành trong điều kiện thực tế đủ lâu để đưa cả hai thiết bị đến nhiệt độ vận hành.

Chương 7

PHÂN PHỐI ĐIỆN

Các hệ thống phân phối điện gồm ba bộ phận chính: lưới điện hạ áp, thiết bị phân phối, và các mạch cấp điện. Như minh họa trên Hình 7-1, dây cấp điện đầu tiên đi vào tòa nhà xuất phát từ lưới hạ áp (thường do công ty điện lực cung cấp). Điện sinh hoạt được cung cấp qua các tủ phân phối có lắp thiết bị bảo vệ quá dòng phù hợp. Từ đây, điện được phân phối đến các tủ phân phối phụ thông qua các mạch cấp điện (phát tuyến). Trong hầu hết các trường hợp, các mạch này sử dụng các dây dẫn riêng biệt đặt trong mương cáp (raceway), mặc dù thanh cái (busway) cũng thường được sử dụng.

DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

Điều quan trọng là các dây cấp điện chính phải được lắp đặt chính xác, vì chúng không những mang toàn bộ điện năng cung cấp cho đơn vị tiêu thụ mà còn có thể không có cầu chì hiệu quả. Ví dụ, các dây cấp điện chính cho cơ sở sản xuất nhỏ thường được cấp trực tiếp từ các đường dây điện lưới có lắp cầu chì vài ngàn ampere. Trong trường hợp này, các dây cấp điện chính có thể bị nóng chảy và cháy trước khi thiết bị quá dòng (cầu chì) cắt dòng điện. Các công ty điện cố gắng tránh điều này, nhưng vấn đề đó vẫn thường xảy ra.

Vì những lý do trên, sự lưu ý đặc biệt đến việc lắp đặt dây cấp điện chính là hết sức quan trọng.

CÁC QUY ĐỊNH VỀ DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

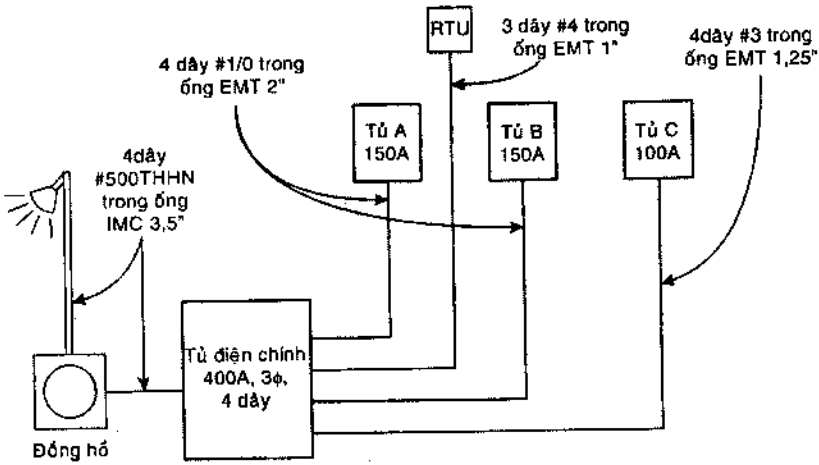
Điều 230 của NEC trình bày hầu hết các vấn đề về dây cấp điện chính.

CÁC DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

Các dây cấp điện chính không được phép băng qua tòa nhà hoặc công trình xây dựng để cấp điện cho tòa nhà hoặc công trình xây dựng khác, trừ khi chúng được bọc trong bê tông dày 5 cm trở lên.

Các dây dẫn không được xem là thuộc tòa nhà (mặc dù trên thực tế chúng ở trong khuôn viên tòa nhà) trong các trường hợp sau:

1. Nếu chúng được bọc trong bêtông dày 5 cm trở lên.



Hình 7-1. Hệ thống phân phối điện.

2. Nếu chúng được lắp trong mương cáp rồi chôn trong tường gạch dày 5 cm.
3. Nếu chúng ở trong mái che máy biến áp.

Trong mương cáp chính, ngoài các dây cấp điện chính, chỉ được phép lắp dây nối đất và dây quản lý tải có thiết bị bảo vệ quá tải.

Khi đi ngầm dưới đất, mương cáp chính phải được bọc kín để ngăn các khí thâm nhập; kể cả các mương cáp rỗng.

Các dây cáp cấp điện không có vỏ cách điện toàn bộ phải cách cửa sổ hoặc ô trống tương tự ít nhất ba feet (0,9 mét); trong trường hợp cao hơn cửa sổ, chúng được phép có khoảng cách nhỏ hơn.

Các dây cấp điện chính phải có đủ khả năng tải dòng điện đặt lên chúng.

Các dây cấp điện chính không được phép nhỏ hơn dây đồng số 8 AWG hoặc dây nhôm số 6 AWG. (Khi chỉ cấp điện cho tải giới hạn của các mạch nhánh đơn lẻ, có thể sử dụng dây đồng số 10 AWG (tương đương dây kéo nguội số 12)).

Kích cỡ dây trung tính trong bộ dây cấp điện chính ít nhất phải như sau:

1. *Các dây cấp điện chính 1100-kcmil hoặc nhỏ hơn*: Dây trung tính ít nhất phải bằng dây điện cực nối đất được trình bày trong *Bảng 250.66* của NEC.

2. *Các dây cấp điện chính lớn hơn 1100 kcmil*: Dây trung tính ít nhất phải bằng 12,5% dây pha lớn nhất. Nếu pha song song, dây trung tính ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện dây pha.

Mỗi điểm có thể chỉ có một bộ dây cấp điện chính, ngoại trừ các chung cư, mỗi hộ có thể có dây cấp điện riêng.

Một bộ dây cấp điện chính được phép cung cấp cho một nhóm dây cấp điện thứ cấp. Các dây cấp điện thứ cấp phải có kích cỡ phù hợp để mang tải của chúng.

Các dây cấp điện chính không được phép chắp nối, ngoại trừ các trường hợp sau:

1. Các nối kết bằng kẹp hoặc bu lông trong khớp nối đồng hồ.
2. Các dây cấp điện chính có thể rẽ nhánh để cung cấp cho hai đến sáu thiết bị cắt được gộp thành nhóm tại một vị trí chung.
3. Sự nối kết tại điểm nối thích hợp, nơi dây cấp điện chuyển từ đi ngầm dưới đất sang đi trên không.
4. Nối kết để kéo dài dây cấp điện từ vị trí hiện hữu đến đồng hồ mới, sau đó đi ngược về để nối với các dây vào ở vị trí hiện hữu.
5. Nối kết các đoạn thanh cái để tạo thành dây cấp điện chính.

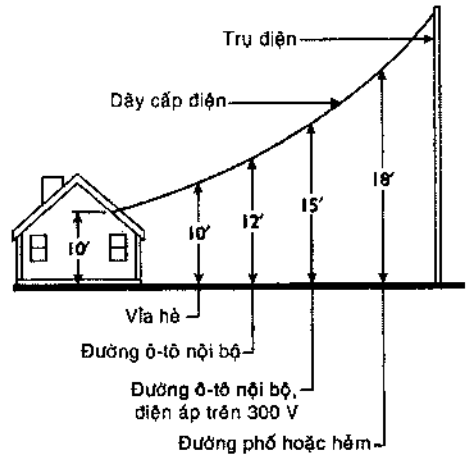
ĐỘ CAO CỦA DÂY CẤP ĐIỆN

Độ cao của dây cấp điện chính có vai trò quan trọng đối với sự an toàn. Mục đích của các quy định này là loại trừ khả năng xe cộ va quẹt vào dây cấp điện; con người, dụng cụ, máy móc, hoặc các vật thể khác vô tình chạm vào dây cấp điện (Hình 7-2).

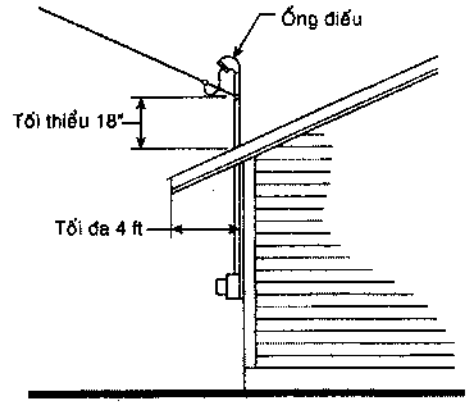
Dây cấp điện chính từ 600 V trở xuống phải có độ cao như sau:

1. Phía trên mặt đất, vỉa hè, nền, bục, và các vị trí tương tự mà từ đó người đi bộ có thể vươn tới dây dẫn (nhưng không phải xe cộ) và nơi điện áp không quá 150 V so với đất: 10 ft (3 mét).
2. Phía trên các con đường trong khu dân cư hoặc khu thương mại không có xe tải lưu thông và nơi điện áp không quá 300 V so với đất: 12 ft (3,6 mét).
3. Đối với các khu vực trong mục 2 (định mức 12 ft) nhưng điện áp trên 300 V: 15 ft (4,5 mét).
4. Trên đường phố, hẽm, bãi đậu xe có xe tải lưu thông, đường ô tô ở ngoài khu dân cư, và các vùng đất khác có xe lưu thông (vườn cây, bãi chăn nuôi,...): 18 ft (5,5 mét).

5. Các dây dẫn không quá 600 V phải có độ cao 8 ft (2,5 mét) so với mái nhà, và phải cách bề mặt mái nhà 3 ft (0,9 mét) tính theo chiều ngang.
6. Nếu mái nhà được dùng làm lối đi bộ, xem chúng như vỉa hè.
7. Nếu mái nhà có độ dốc 33% hoặc lớn hơn, độ cao có thể chỉ 3 ft (0,9 mét). Điện áp giữa các dây dẫn không được quá 300 V.
8. Nếu các dây dẫn băng qua phần chìa ra của mái nhà không quá 4 ft (1,2 mét) và kết thúc bằng mương cáp xuyên mái hoặc giá đỡ hợp quy và điện áp giữa các dây không quá 300 V, khoảng cách quy định chỉ là 18 inch (0,5 mét) (Hình 7-3).
9. Khoảng cách theo chiều ngang tính từ bảng hiệu, ống khói, anten, và các bộ phận tương tự chỉ cần 3 ft (0,9 mét).



Hình 7-2. Chiều cao dây cấp điện chính.

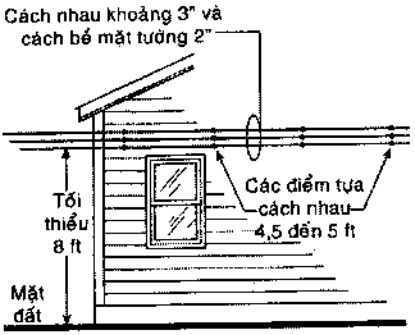


Hình 7-3. Cách lắp trụ dừng dây cấp điện chính.

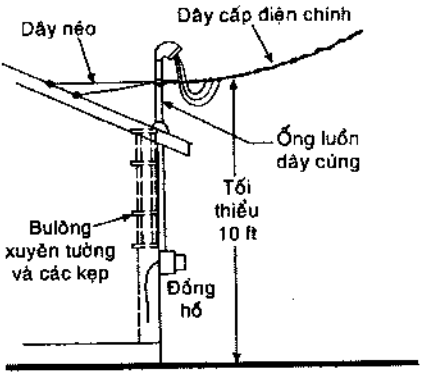
10. Khi được gắn với tòa nhà, các dây cấp điện chính phải cách cửa sổ, lối thoát hiểm, và bộ phận tương tự ít nhất là 3 ft (0,9 mét) (Hình 7-4).

Điểm gắn dây cấp điện chính với tòa nhà không được thấp hơn các độ cao đã nêu trên, nhưng tối thiểu phải cao 10 ft (3 mét).

Các trụ dừng dây cấp điện chính phải đủ mạnh hoặc được gia cố bằng các thanh giằng hoặc dây néo (dây guy) (Hình 7-5).



Hình 7-4. Dây cấp điện chạy trên bề mặt tường



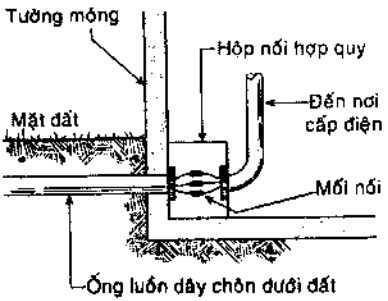
Hình 7-5. Đồ gá trụ dừng dây cấp điện chính

CÁC DÂY CẤP ĐIỆN ĐI NGẦM DƯỚI ĐẤT

Dây cấp điện chính đi ngầm dưới đất phải phù hợp với điều kiện tại nơi lắp đặt, và các vị trí cần thiết phải được bảo vệ (Hình 7-6).

Các dây nối đất trong bộ dây trần cấp điện chính sau đây là được phép:

1. Dây đồng trần trong mương cáp.
2. Dây đồng trần chôn trực tiếp khi điều kiện đất đai thích hợp.
3. Dây đồng trần chôn trực tiếp, bất kể điều kiện đất đai, khi được lắp đặt như một phần của bộ cáp cho phép lắp trong mương cáp hoặc chôn trực tiếp.



Hình 7-6. Cách nối các dây cấp điện chính đi ngầm dưới đất.

4. Dây nhôm trần chôn trực tiếp, bất kể điều kiện đất đai, khi được lắp đặt như một phần của bộ cáp cho phép lắp trong mương cáp hoặc chôn trực tiếp.

PHƯƠNG PHÁP LẮP ĐẶT CÁC DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

Sau đây là một trong các phương pháp lắp đặt dây cấp điện chính 600 V trở xuống:

1. Ống luồn dây bằng kim loại cứng.
2. Ống luồn dây bằng kim loại trung bình.
3. Ống kim loại kỹ thuật điện.
4. Cáp cấp điện.
5. Thanh cái.
6. Đi dây hở trên các vật cách điện.
7. Máng phụ
8. Ống luồn dây phi kim, cứng.
9. Cáp MC.
10. Cáp có vỏ kim loại, cách điện bằng chất vô cơ.
11. Ống luồn dây phi kim, mềm, kín nước.
12. Ống luồn dây kim loại mềm, nhưng chỉ dùng cho các tuyến dài 6 ft trở xuống giữa các mương cáp hoặc giữa các mương cáp và thiết bị cấp điện. Cầu nối thiết bị phải chạy theo ống luồn dây.
13. Các hệ thống khay cáp được phép nâng đỡ dây cấp điện.

Các dây cáp cấp điện thứ cấp lắp gần lối đi bộ, đường ô tô nội bộ, hoặc các vị trí tương tự phải được bảo vệ bằng một trong các biện pháp sau:

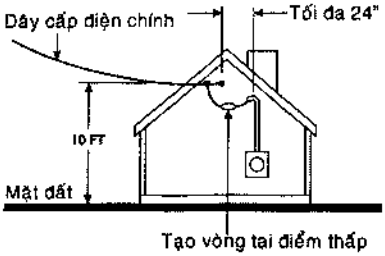
1. Ống luồn dây kim loại cứng.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình.
3. Ống luồn dây phi kim, cứng, phù hợp với vị trí lắp đặt.
4. Ống kim loại kỹ thuật điện.
5. Các phương pháp hợp quy khác được ghi trong NEC.

Các dây cáp cấp điện thứ cấp phải được nâng đỡ trong phạm vi 12 inch (0,3 mét) tính từ mỗi đầu trụ dừng dây cấp điện chính, cổ ngỗng, hoặc mối nối mương cáp. Chúng phải được nâng đỡ tại các khoảng cách không quá 30 inch (0,8 mét).

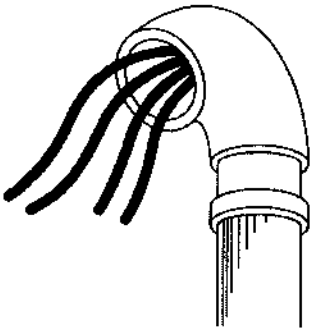
Các dây hở riêng biệt phải được lắp trên đồ gá cách điện và được nâng đỡ theo *Bảng 230.51(C)* của NEC.

Các loại cáp không được phép tiếp xúc với tòa nhà phải được lắp trên đồ gá cách điện và phải được nâng đỡ tại các điểm cách nhau không quá 15 ft (4,5 mét). Các dây cáp phải cách bề mặt mà chúng đi qua ít nhất là 2 inch.

Các dây cấp điện chính phải đi vào tường ngoài theo hướng dốc



Hình 7-7. Vòng nhỏ giọt



Hình 7-8. Đầu chụp.

lên để nước không chảy vào tòa nhà. Cần thực hiện các vòng nhỏ giọt (Hình 7-7).

Các mương cáp của dây cấp điện chính lắp ngoài trời phải thuộc loại kín nước và được bố trí sao cho nước mưa thoát ra ngoài.

Các mương cáp của dây cấp điện chính phải có đầu chụp kín nước tại nơi chúng nối kết với các dây cấp điện (Hình 7-8).

Các dây cáp cấp điện chính phải có đầu chụp hoặc được uốn theo hình cổ ngỗng, trừ khi chúng liên tục từ trụ điện đến thiết bị cấp điện. Khi được uốn theo hình cổ ngỗng, dây cáp phải được quấn băng keo và sơn hoặc quấn băng keo với nhựa nhiệt dẻo chịu thời tiết, tự làm kín.

Ngoại trừ các vị trí không thể thực hiện, đầu trụ dừng dây cáp cấp điện thứ cấp phải cao hơn điểm dừng các dây cấp điện chính.

Các vòng nhỏ giọt phải thấp hơn đầu chụp của trụ dừng dây cấp điện chính hoặc đầu mút vỏ cáp.

Các mương cáp và dây cáp cấp điện chính phải kết thúc trong các hộp bao bọc tất cả các phần có điện.

Đối với hệ thống tam giác 4-dây, phải đánh dấu dây pha điện áp cao bằng màu cam.

TRANG THIẾT BỊ CẤP ĐIỆN

Các bộ phận có điện của thiết bị cấp điện phải được bọc kín và bảo vệ.

Xung quanh tất cả các thiết bị cấp điện phải có không gian làm việc phù hợp. Nói chung, tối thiểu là 0,9 mét. *Bảng 110.26(A)(1)* của NEC trình bày các quy định cụ thể hơn.

Trang thiết bị cấp điện phải phù hợp với cường độ dòng điện ngắn mạch có thể xảy ra đối với hệ thống cụ thể.

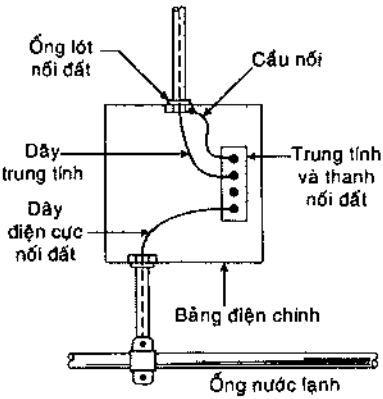
Tất cả các dây cấp điện thứ cấp phải có phương tiện để cắt chúng ra khỏi các dây dẫn khác trong tòa nhà. Thanh cực nối là đủ cho các dây trung tính (Hình 7-9 đến 7-11).

Phương tiện cắt điện chính phải được đặt ở vị trí thuận tiện bên ngoài tòa nhà. Nếu lắp bên trong tòa nhà, phương tiện này phải ở gần vị trí mà các dây cấp điện chính đi vào tòa nhà.

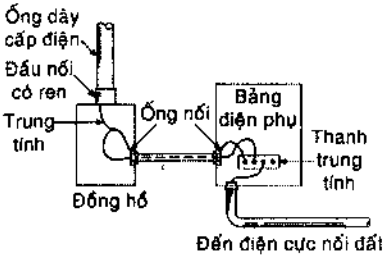
Mọi phương tiện cắt điện phải phù hợp với các điều kiện chung.

Phương tiện cắt điện dùng cho mỗi đơn vị không được nhiều hơn 6 công tắc hoặc bộ ngắt mạch (CB) lắp chung một hộp (Hình 7-12).

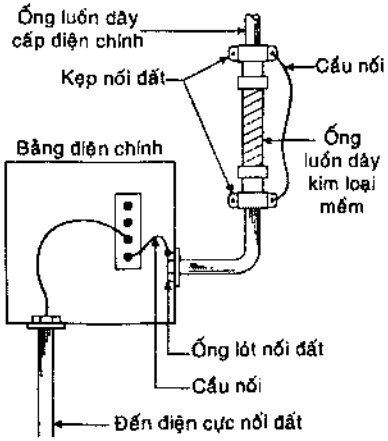
Những bộ ngắt mạch riêng lẻ điều khiển các mạch nhiều dây phải được liên kết với nhau bằng



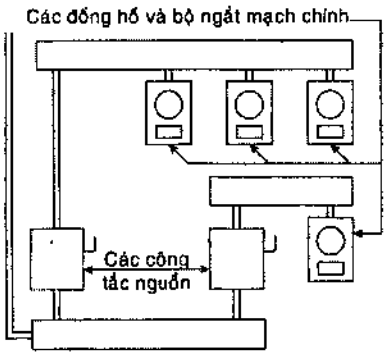
Hình 7-9. Lắp bảng điện chính.



Hình 7-10. Lắp đồng hồ và bảng điện



Hình 7-11. Nối kết xung quanh ống luồn dây cấp điện chính



Hình 7-12. Bốn phương tiện cắt mạch (cho phép đến sáu)

thanh điều khiển. Các thiết bị cắt phức tạp phải được gộp thành nhóm và đánh dấu cho biết phụ tải của chúng.

Các thiết bị ngắt mạch bổ sung dùng cho nguồn điện khẩn cấp, các hệ thống dự phòng, bơm chữa lửa,... có thể được tách riêng ra khỏi thiết bị cấp điện khác.

Mọi cư dân trong tòa nhà phải có quyền tiếp cận phương tiện cắt điện riêng của họ. Phương tiện cắt điện này phải làm hở mạch đồng thời tất cả các dây không nối đất.

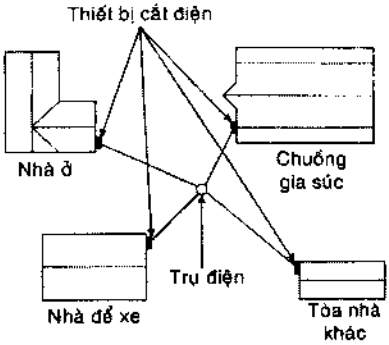
Phương tiện cắt nguồn điện có thể vận hành bằng tay hoặc bằng nguồn điện riêng. Đây là đặc tính chung của các bộ ngắt mạch (CB) rất lớn, cho phép vận hành chúng bằng tay trong trường hợp mất điện.

Định mức của phương tiện cắt điện không được thấp hơn tải.

Có thể sử dụng dây cấp điện cỡ nhỏ cho các tải giới hạn ở ngoài ngôi nhà. Đối với các tải của mạch 2-dây, có thể sử dụng dây đồng số 8 AWG hoặc dây nhôm số 6 AWG. Đối với các tải có một mạch hai dây, có thể sử dụng dây đồng số 12 AWG hoặc dây nhôm số 10 AWG. Các dây cấp điện chính không được phép nhỏ hơn các dây mạch nhánh.

Chỉ những thiết bị sau đây được phép nối kết với phía đường dây điện lưới của thiết bị cắt nguồn điện:

1. Bộ giới hạn cáp hoặc thiết bị giới hạn dòng điện.
2. Các đồng hồ vận hành ở điện áp không quá 600 V.
3. Phương tiện cắt điện được lắp trong đế cột và mắc nối tiếp với các dây cấp điện chính đặt cách xa tòa nhà được cấp điện.
4. Các máy biến áp công cụ (máy biến dòng hoặc máy biến áp).
5. Các thiết bị bảo vệ xung.
6. Các mạch rẽ (shunt) trở kháng cao.
7. Các thiết bị quản lý tải.
8. Các dây rẽ nhánh cấp điện cho thiết bị quản lý tải, các mạch điện dùng cho hệ thống khẩn cấp, thiết bị chữa cháy, thiết bị điện dự phòng, thiết bị báo cháy và hệ thống phun nước được cung cấp theo thiết bị cấp điện.
9. Hệ thống điện mặt trời hoặc hệ thống điện liên kết khác.
10. Các mạch điều khiển dùng cho thiết bị cắt vận hành bằng điện.

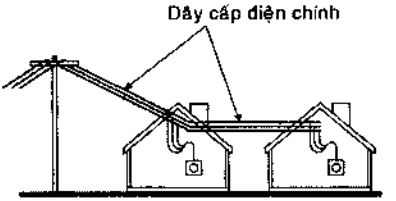


Hình 7-13. Nhiều tòa nhà được cấp điện từ một trụ điện

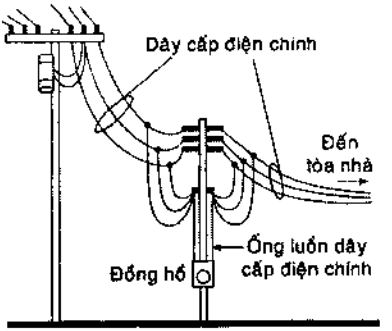
Những mạch điện này phải có phương tiện cắt mạch và bảo vệ quá dòng riêng của chúng.

11. Các thiết bị bảo vệ đối với dòng điện rò đi kèm theo thiết bị cấp điện. Các thiết bị này phải có phương tiện bảo vệ quá dòng và cắt mạch riêng của chúng.

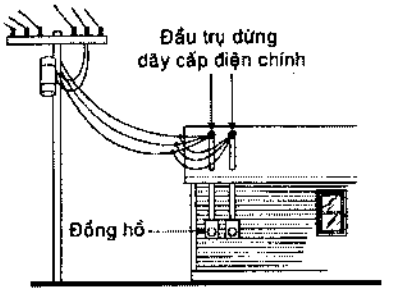
Khi nhiều tòa nhà hoặc công trình xây dựng trên cùng một lô đất chịu sự quản lý riêng rẽ, mỗi công trình phải có phương tiện cắt nguồn điện riêng (xem các Hình 7-13 đến 7-16).



Hình 7-14. Một đường dây cấp điện cho hai nhà.



Hình 7-15. Dây cấp điện chính với đồng hồ ở xa



Hình 7-16. Một đường dây cấp điện cho hai đồng hồ.

BẢO VỆ QUÁ DÒNG ĐỐI VỚI CÁC DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

Mỗi dây cấp điện phải có thiết bị bảo vệ quá dòng có định mức không lớn hơn dung lượng dòng điện của dây.

Dây được nối đất không được phép có thiết bị quá dòng, nếu thiết bị này gây nguy hiểm.

Các dây cấp điện 100 amp hoặc hơn dùng cho các hệ thống đấu sao (Y) có nối đất phải có thiết bị bảo vệ đối với dòng điện rò.

Mọi cư dân trong tòa nhà phải có quyền tiếp cận thiết bị bảo vệ quá dòng trên dây cấp điện riêng của họ.

Khi cần ngăn ngừa sự xáo trộn, có thể khóa thiết bị bảo vệ quá dòng tự động chỉ cung cấp cho một tải riêng rẽ.

Phương tiện bảo vệ quá dòng phải bảo vệ tất cả trang thiết bị, ngoại trừ:

1. Các bộ giới hạn cáp hoặc thiết bị hạn chế dòng điện.
2. Các đồng hồ vận hành ở điện áp không quá 600 V.
3. Các máy biến áp công cụ (máy biến dòng hoặc máy biến áp).
4. Các thiết bị bảo vệ xung.
5. Các mạch rẽ (shunt) trở kháng cao.
6. Các thiết bị quản lý tải.
7. Các dây rẽ nhánh cung cấp điện cho thiết bị quản lý tải, các mạch điện của hệ thống khẩn cấp, trang thiết bị chữa cháy, trang thiết bị điện dự phòng, thiết bị báo cháy và hệ thống phun nước có nguồn điện riêng.
8. Hệ thống điện mặt trời hoặc hệ thống điện liên kết khác.
9. Các mạch điều khiển thiết bị cắt vận hành bằng điện. Những mạch điện này phải có phương tiện cắt nguồn và thiết bị bảo vệ quá dòng riêng của chúng.
10. Những thiết bị bảo vệ đối với dòng điện rò trong trang thiết bị đã nêu. Các thiết bị này phải có phương tiện cắt nguồn và thiết bị bảo vệ quá dòng riêng của chúng.
11. Phương tiện cắt mạch cấp điện chính.

MẠCH CẤP ĐIỆN TRÊN 600 V

Các dây cấp điện chính làm việc với điện áp trên 600 V nguy hiểm hơn các dây cấp điện có điện áp thấp hơn. Vì vậy, quy định đối với các dây cấp điện này sẽ nghiêm ngặt hơn; yêu cầu phương pháp đi dây an toàn và chắc chắn hơn. Sau đây là quy định đối với các dây cấp điện trên 600 V. Lưu ý, ngoài các quy định này, *Điều 230* của NEC còn có các yêu cầu khác.

Các dây cấp điện trên 600 V có thể được lắp đặt bằng một trong các phương pháp sau:

1. Ống luồn dây cứng bằng kim loại.

2. Ống luồn dây trung bình bằng kim loại.
3. Cáp cấp điện thứ cấp.
4. Thanh cái.
5. Đi dây hở trên vật cách điện.
6. Ống luồn dây phi kim, cứng.
7. Các hệ thống khay cáp có thể nâng đỡ dây cấp điện.

Các dây dẫn và giá đỡ phải đủ mạnh để chịu các tình huống ngắn mạch.

Các dây hở phải được bảo vệ.

Các dây cáp lộ ra khỏi vỏ kim loại hoặc mương cáp phải được bảo vệ bằng các đầu chụp.

PHÁT TUYẾN

Phát tuyến (fide) là các mạch phân phối lượng điện khá lớn giữa tủ phân phối (tủ điện chính) và các tủ điện mạch nhánh. Chúng là một trong các bộ phận đắt tiền nhất của hệ thống điện, vì chúng cần các dây dẫn và ống luồn dây lớn, đắt tiền.

Đường đi của các phát tuyến là yếu tố quan trọng. Do giá cao, chiều dài tuyến dây là vấn đề quan trọng, cần hạn chế tối đa tại những nơi có thể.

Các quy định đối với phát tuyến được ghi trong *Điều 215* của NEC và thường như sau.

Kích cỡ và định mức của các phát tuyến

Hầu hết các phát tuyến đều có định mức 100 amp hoặc cao hơn. Tuy nhiên, các phát tuyến có thể được định mức thấp hơn trong những trường hợp xác định.

Dung lượng dòng điện của các phát tuyến không được thấp hơn dung lượng dòng điện cần thiết để mang tải của chúng.

Định mức của các phát tuyến có thể thấp hơn 30 ampere khi phụ tải được cấp điện gồm các loại mạch điện sau:

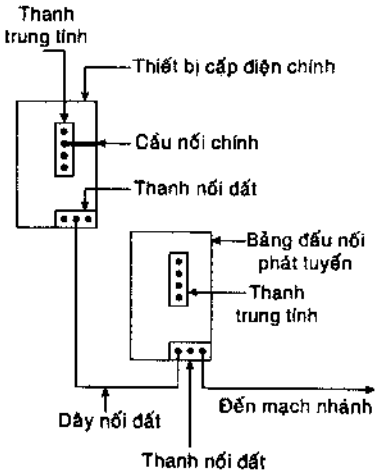
1. Hai hoặc nhiều mạch nhánh được cấp điện từ phát tuyến 2-dây.
2. Hơn hai mạch nhánh 2-dây được cấp điện từ phát tuyến 3-dây.
3. Hai hoặc nhiều mạch nhánh 3-dây được cấp điện từ phát tuyến 3-dây.

4. Hai hoặc nhiều mạch nhánh 4-dây được cấp điện bằng phát tuyến 3-pha, 4-dây.

Các phát tuyến phải có thiết bị bảo vệ quá dòng.

Nối đất và các yêu cầu khác

Do mang dòng điện lớn, các phát tuyến có thể tạo ra dòng điện rò lớn. Vì vậy, yêu cầu nối đất có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Nhiều phát tuyến có thể gây ra dòng điện rò vài trăm ampere mà không kích hoạt bộ cắt mạch (CB) của chúng. Nếu không có hệ thống nối đất tốt, các dòng điện rò rất lớn có thể hiện hữu (gây hư hỏng và nguy hiểm) mà không bị phát hiện.

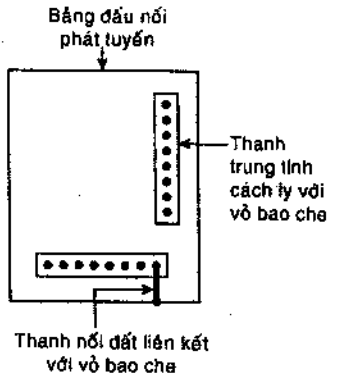


Hình 7-17. Nối đất bảng đấu nối phát tuyến

Các phát tuyến có dây trung tính chung được phép cấp điện cho hai đến ba bộ phát tuyến 3-dây, hai bộ phát tuyến 4 hoặc 5-dây.

Trong mương cáp hoặc ống luồn dây bằng kim loại, các dây dẫn của mọi phát tuyến có dây trung tính chung phải chạy cùng nhau.

Khi một phát tuyến cấp điện cho các mạch nhánh có yêu cầu dây nối đất thiết bị, phát tuyến này phải cung cấp phương tiện nối đất để nối kết các dây nối đất thiết bị (từ các mạch nhánh) (Hình 7-17 và 7-18).



Hình 7-18. Liên kết thanh nối đất

Mạch ac hoặc dc 2-dây có hai hoặc nhiều dây không nối đất được phép rẽ nhánh từ dây không nối đất của các mạch có dây trung tính nối đất. Các thiết bị chuyển mạch trong mỗi mạch rẽ phải có một cực trong mỗi dây không nối đất.

Đối với hệ thống tam giác 4-dây, dây pha có điện áp cao phải được đánh dấu bằng màu cam.

Các phát tuyến cấp điện cho những mạch nhánh 15 hoặc 20 ampere có yêu cầu bảo vệ dòng điện rò có thể được bảo vệ chống các dòng điện rò, thay vì bảo vệ từng mạch điện riêng rẽ.

CÁC BẢNG ĐIỆN

Thời điểm cung cấp các tủ chứa bảng điện đến hiện trường có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Trong hầu hết các trường hợp, chúng phải được lắp đặt trong thời gian xây tường và tất cả các ống luồn dây phải được lắp đặt và nối kết với các tủ này trước khi kết thúc quá trình xây dựng.

Khi đặt hàng trang thiết bị cấp điện, bạn cần xem xét cẩn thận kích thước vật lý của chúng so với khung cửa, dầm, trần, và không gian có thể sử dụng. Đối với trang thiết bị tiêu chuẩn, có thể kiểm tra các kích thước này theo catalog; trong trường hợp thiết bị được chế tạo theo đơn đặt hàng, bạn có thể tham khảo các bản vẽ do nhà sản xuất thực hiện.

Trọng lượng cũng phải được tính toán để xử lý, di chuyển thiết bị trên sàn nhà, vật liệu lót nền, và lắp đặt ở vị trí cao hơn sàn nhà. Mặc dù kích thước vật lý có thể cho phép di chuyển thiết bị hoàn chỉnh vào vị trí, nhưng trọng lượng thiết bị thường đòi hỏi phải xử lý chúng từng phần.

Trong một số trường hợp, có thể phải di chuyển thiết bị qua các sàn không đủ mạnh để chịu tải trọng của thiết bị hoàn chỉnh, hoặc qua vật liệu lót nền dễ hư hỏng. Trong những trường hợp đó, thiết bị phải được xử lý từng phần, thực hiện giá đỡ phụ tương xứng hoặc bảo vệ bề mặt sàn.

Đôi khi bạn phải lắp thiết bị vào vị trí cao hơn sàn nhà, đặc biệt là trong các nhà máy công nghiệp. Trọng lượng và kích thước thiết bị phải được xem xét khi bố trí phương tiện lắp đặt và xác định sự tương xứng của kết cấu gá lắp. Có thể phải cung cấp kết cấu gá lắp mạnh hơn thiết kế ban đầu để ngăn khả năng hư hỏng công trình, thiết bị, và gây thương tích hoặc tai nạn chết người.

Bạn cũng cần quan tâm đến điều kiện trước đó nếu thực hiện sự thay đổi bất kỳ trong các bản vẽ thi công ban đầu. Ví dụ, trong quá trình nâng cấp nhà máy, bạn cần lắp thiết bị điện nặng ở vị trí cao hơn sàn và nâng đỡ thiết bị trên các thành phần kết cấu của tòa nhà, người phụ trách bảo trì nhà máy có thể yêu cầu lắp thiết đó ở vị trí khác để dễ tiếp cận. Điều này có thể không gây ra vấn đề gì,

nhưng bạn phải luôn luôn tham khảo ý kiến của kiến trúc sư hoặc kỹ sư xây dựng để xác định các giá đỡ có tương xứng không. Nếu hệ thống này do phòng kỹ thuật của nhà máy thiết kế và bạn nghi ngờ khả năng chịu lực của kết cấu nâng đỡ, tốt nhất bạn nên ủy thác cho người kỹ sư xây dựng có thẩm quyền kiểm tra tình huống này.

Khi tiếp nhận các bảng điện, bạn nên kiểm tra bao bì ngay lập tức để tìm dấu hiệu hư hỏng, và nếu có hư hỏng, bạn cần báo với người giao hàng. Các hộp chứa bảng điện phải được bảo quản ở nơi khô ráo và sạch sẽ cho đến khi lắp đặt các bảng điện. Khi không thể lắp đặt các mặt trước của bảng điện đồng thời với linh kiện bên trong, bạn nên để chúng trong bao bì cho đến khi lắp đặt. Sự lắp đặt các bảng điện, trang thiết bị cấp điện, và các trung tâm phụ tải là công việc chuyên môn, nên giao công việc này cho những người thợ có kinh nghiệm.

Khi bố trí các hộp điện lên bề mặt tường hiện hữu, mặt tường phải bằng phẳng, nếu không, bạn cần chêm các điểm thấp để tránh biến dạng khi siết chặt các hộp này vào tường. Đối với các hộp lắp chìm, chúng phải được siết chặt một cách ngay ngắn và ngang bằng với bề mặt tường hoàn thiện.

Không nên lắp các linh kiện vào bảng điện trước khi kéo tất cả các dây điện và trát vữa xung quanh hộp chứa bảng điện. Trước khi lắp các linh kiện vào bảng điện, cần làm sạch vôi, vữa, cát sỏi trên các dây điện, móc khóa mặt trước, và phía ngoài hộp này.

Các bảng điện phải được bố trí cân đối và thẳng đứng. Cũng cần điều chỉnh sao cho khoảng trống phía trước gần khít với các mép bảng điện. Đồng thời, mặt trước bảng điện phải bằng mặt với bề mặt tường hoàn thiện. Sau cùng, đánh dấu vị trí của tất cả các mạch nhánh lên phiếu ở mặt trong nắp che bảng điện.

Mặc dù các bảng điện kín bằng kim loại ngày càng thông dụng, nhưng các tổ hợp công tắc hoặc bộ ngắt mạch vận hành từ bên ngoài và được liên kết bằng các ống nối cũng thông dụng.

Các tổ hợp này thường được lắp ở mặt sau của vỏ bao che bằng gỗ. Một số sẽ yêu cầu sơn hoặc phủ mặt sau bằng kim loại tấm trước khi lắp các linh kiện. Trong những trường hợp đặc biệt, quy định kỹ thuật có thể đòi hỏi lắp tổ hợp này lên tấm thép, kết cấu bằng thép góc hoặc thép rãnh.

Trong hầu hết các trường hợp, cần xem xét cách bố trí chung

đối với trang thiết bị và các yêu cầu không gian xung quanh chúng trước khi bắt đầu lắp đặt. Hầu hết các nhà thầu đều thích thực hiện bản vẽ bố trí theo tỷ lệ để có sự sắp xếp tốt nhất và bảo đảm các linh kiện vừa khít với không gian dành sẵn. Thử nghiệm vài cách sắp xếp để xác định cách bố trí tốt nhất về mặt thẩm mỹ và tính hiệu quả.

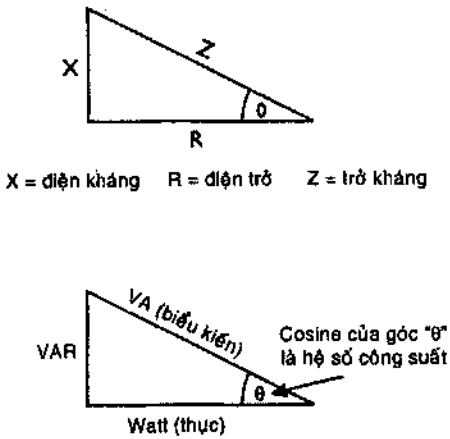
Sau khi xác định cách bố trí chung, lắp thiết bị, miếng nối, khớp nối, máng dây,... vào mặt sau tủ điện theo yêu cầu.

Khi kéo các dây phát tuyến bạn cần xác định từng dây và dán nhãn. Lắp cầu chì phù hợp; kiểm tra khả năng rò điện. Lúc này, hệ thống đã sẵn sàng vận hành, ít nhất là phía tải của các công tắc.

HỆ SỐ CÔNG SUẤT

Hệ thống điện ac mang hai loại công suất. Thứ nhất là *công suất thực*, và thứ hai là *công suất biểu kiến*. Công suất thực là công suất truyền động tải của hệ thống, được đo theo watt. Công suất biểu kiến là công suất cần thiết để nuôi dưỡng từ trường trong thiết bị điện cảm ứng (động cơ điện, ballast đèn huỳnh quang,...), được đo theo volt-ampere.

Trong các mạch phản kháng, công suất thực luôn luôn nhỏ hơn công suất biểu kiến. Hình 7-19 minh họa hai sơ đồ tam giác; hình dưới trình bày quan hệ giữa công suất biểu kiến, công suất thực, và VAR (volt-ampere-reactive: volt-ampere phản kháng). Tỷ số công suất thực trên công suất biểu kiến được gọi là *hệ số công suất*. Hệ số công suất lý tưởng là 1 (công suất biểu kiến bằng công suất thực), hệ số này được gọi là hệ số *đơn vị*. Hệ số công suất của các công trình công nghiệp thường khoảng 0,9 hoặc thấp hơn.



Hình 7-19. Sơ đồ hệ số công suất.

Công suất biểu kiến là công suất có thể đo bằng ampere kế và volt kế. Theo

định nghĩa kỹ thuật, giá trị công suất của dòng điện xoay chiều được tính bằng cách nhân điện áp rms với dòng điện rms (root-mean-square (căn hai của trung bình các bình phương)) được gọi là công suất biểu kiến; vì đây là công suất được đo bằng phương tiện phổ biến nhất – công suất xuất hiện trước mắt bạn.

Công suất thực phức tạp hơn. Trong mạch điện trở thuần túy (không có điện kháng), công suất biểu kiến bằng công suất thực. Nhưng khi điện áp và dòng điện lệch pha với nhau, vấn đề trở nên phức tạp. Để đo công suất thực, phải chia dạng sóng này thành nhiều phần và lấy nhiều số đo điện áp và dòng điện rồi tính giá trị trung bình. Các đồng hồ watt chuyên dụng và đồng hồ công suất phản kháng được thiết kế để thực hiện điều này.

Hệ số công suất là mối quan tâm chính của các công ty điện lực và nhà máy lớn. Vì phần lớn thiết bị trong các nhà máy này là thiết bị cảm ứng, hệ số công suất của chúng khá thấp. Do đó, các hệ thống sản xuất và phân phối điện của công ty điện lực phải dư công suất. Do đồng hồ điện không đo công suất biểu kiến, các nhà máy không thể trả tiền cho công suất biểu kiến được rút từ đường dây điện lưới. Vì vậy, để tính tiền toàn bộ công suất do họ cung cấp, các công ty điện lực kiểm tra hệ số công suất của các nhà máy và tính hóa đơn theo hệ số công suất cụ thể, số tiền này có thể khá lớn.

Để tránh trả tiền cao theo hệ số công suất, các nhà máy thường lắp *thiết bị hiệu chỉnh hệ số công suất*. Vì các hệ số công suất do điện kháng cảm ứng tạo ra, phương pháp hiệu chỉnh chúng là lắp dung kháng vào các mạch điện để loại bỏ điện kháng cảm ứng. (Xem phần điện áp sớm pha và điện áp trễ pha trong Chương 1). Hai phương pháp phổ biến nhất để đưa dung kháng vào các mạch điện là lắp tụ điện và sử dụng động cơ đồng bộ. (Xem phần động cơ đồng bộ và cách sử dụng chúng để hiệu chỉnh hệ số cống suất trong Chương 4). Các tụ điện có thể được lắp trực tiếp vào từng tải cảm ứng (động cơ chẳng hạn) hoặc lắp theo nhóm lớn.

CÔNG SUẤT VÔ NGHĨA

Do bản chất dễ hư hỏng của các mạch điện tử trong thiết bị xử lý dữ liệu, các vấn đề về dòng điện và điện áp không đáng quan tâm đối với các thiết bị điện khác có thể gây ra những sự cố lớn đối với thiết bị xử lý dữ liệu. Nếu quan sát kỹ vi mạch tích hợp (IC), bạn sẽ hiểu tại sao các xung điện áp nhỏ có thể làm hư chúng. Khoảng

cách giữa các linh kiện trong IC nhỏ đến mức cho phép đỉnh điện áp rất nhỏ phóng qua dễ dàng. Vì vậy, phải bảo vệ các bộ xử lý này khỏi các tình huống công suất điện thất thường.

Các vấn đề về điện thường có thể chia thành ba loại:

1. **Điện áp tức thời và điện áp dao động quá mức.** Nguyên nhân chủ yếu của các vấn đề này là do sự chuyển mạch của công ty điện lực, hệ thống chiếu sáng, hoặc sự vận hành và chuyển mạch của các tải trong tòa nhà. Phổ biến nhất là do đóng/ngắt các tải cảm ứng (động cơ điện hoặc đèn huỳnh quang). Những thiết bị này vận hành với từ trường hình thành xung quanh các cuộn cảm của chúng (biến áp ballast hoặc các cuộn dây của động cơ). Khi các tải này bị cắt điện, từ trường của chúng sụp đổ, cảm ứng điện áp cao tức thời (ít nhất là gấp vài lần điện áp lưới) ngược về cuộn dây và đi vào hệ thống điện chung của tòa nhà, ảnh hưởng đến mọi thiết bị điện nối kết với hệ thống này.
2. **Điện áp cao hoặc thấp nhất thời.** Đây là các thay đổi điện áp của thiết bị xử lý dữ liệu trong thời gian dài (khoảng 4 đến 60 chu kỳ). Thông thường, điều này là do các thay đổi trong điện áp lưới của công ty điện lực. Tình trạng sụt áp thường do bổ sung tải lớn vào hệ thống điện lưới (ví dụ, nối kết các mạch phân phối với hệ thống) hoặc vào tải của tòa nhà (ví dụ, vận hành động cơ hoặc tải lớn). Đây là các thay đổi có thể phát hiện khi bạn thấy các đèn bị mờ trong chốc lát. Sự tăng áp thường do đường dây điện lưới được giảm tải, đặc biệt là khi cắt đột ngột các phụ tải lớn. Tình trạng quá áp thường xảy ra ban đêm, khi phụ tải của hệ thống điện lưới thấp hơn mức bình thường.
3. **Mất điện.** Sự mất điện xảy ra khi có hư hỏng lớn, sét làm nổ các cầu chì của hệ thống phân phối. Các lỗi chức năng tại chỗ hoặc tại công ty điện lực cũng có thể gây mất điện.

CÁC BIẾN ĐỔI

Nói chung, máy tính có thể tiếp nhận các điện áp trong dung sai được xác lập đối với nguồn điện lưới, mặc dù vài loại máy tính yêu cầu nghiêm ngặt hơn. Tuy nhiên, điện áp này phải ổn định; rất ít máy tính chấp nhận mất điện lâu hơn 30 mili giây. Hầu hết máy tính đều có dung sai tần số khoảng 0,5 Hz.

Các sự thay đổi điện năng vượt quá giới hạn cho phép có thể gây sai sót trong tính toán, lỗi tín hiệu ra, mất dữ liệu, shutdown, và

cần sửa chữa thiết bị (mối quan tâm chính đối với những người quản lý xử lý dữ liệu).

Theo nghiên cứu, tất cả các vấn đề đối với đường dây điện được phân chia theo tần suất xuất hiện của chúng như sau:

- Sụt áp: 87,0%
- Xung (đỉnh điện áp tức thời): 7,5%.
- Mất điện: 4,7%.
- Sự quá áp: 0,8%.

GIẢI PHÁP CHO CÁC VẤN ĐỀ ĐIỆN

Có vài công nghệ căn bản (với nhiều cải tiến) được sử dụng để biến đổi nguồn điện *thô* trước khi phân phối cho thiết bị xử lý dữ liệu. Nói chung, các công nghệ này có thể chia thành hai loại: điều hòa công suất và tổng hợp công suất.

Các thiết bị điều hòa công suất sửa đổi và cải thiện dạng sóng của nguồn điện vào bằng cách cắt xén, lọc, tăng/giảm điện áp, hoặc bằng các sửa đổi tương tự. Những thiết bị này được lắp giữa nguồn điện lưới và máy tính.

Trái lại, các thiết bị tổng hợp điện sử dụng điện lưới làm nguồn năng lượng để tạo ra nguồn điện mới. Nguồn điện tổng hợp này được thiết kế phù hợp với các yêu cầu của máy tính.

Sự biến đổi điện năng thường được thực hiện bằng bộ triệt điện áp tức thời, bộ điều áp, biến áp cách ly, hoặc tổ hợp các thiết bị này.

Sự tổng hợp điện năng có thể thực hiện bằng bộ đổi điện bán dẫn điện tử (hệ thống UPS), bộ động cơ-máy phát điện đặc biệt, hoặc thiết bị tổng hợp từ tính.

Không có loại thiết bị điều hòa hoặc tổng hợp điện năng nào phù hợp cho mọi trường hợp. Chọn bộ nguồn thích hợp với máy tính đòi hỏi phải cân nhắc rất cẩn thận dựa trên sự hiểu biết tường tận về các loại thiết bị khả dụng.

Bộ nguồn máy tính thường được chọn theo mức rủi ro liên quan đến ứng dụng cụ thể. Ví dụ, sự mất điện thường gây tổn thất không lớn đối với máy tính gia đình; do đó sản phẩm thường được sử dụng là thiết bị triệt xung điện áp loại rẻ tiền. Nhưng đối với hệ thống máy tính của ngân hàng lớn, cần sử dụng mọi biện pháp bảo vệ; vì ngân hàng sẽ tổn thất rất lớn nếu hệ thống máy tính bị mất một

phần dữ liệu. Câu hỏi là: Đường cong rủi ro và đường cong chi phí sẽ giao nhau ở đâu? Câu trả lời sẽ khác nhau đối với mỗi hệ thống. Và thường không có hai người đánh giá sự rủi ro giống nhau. Không có câu trả lời cụ thể về mức rủi ro. Điều này đòi hỏi sự đánh giá nghiêm túc.

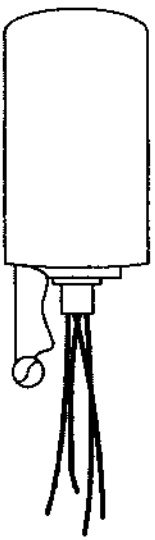
THIẾT BỊ TRIỆT XUNG ĐIỆN ÁP

Các thiết bị triệt xung điện áp được thiết kế để thực hiện những chức năng sau:

1. Khi hoạt động bình thường, chúng không cản trở các mạch điện được chúng bảo vệ.
2. Điện áp phóng điện (điện áp tại đó thiết bị triệt xung điện áp sẽ nối đường dây có điện áp quá mức với đất) không được lớn hơn định mức chịu quá áp của thiết bị được bảo vệ.
3. Thời gian đáp ứng phải đủ nhanh để ngăn hư hỏng thiết bị được bảo vệ.
4. Thiết bị triệt xung điện áp phải chịu được các xung điện áp.

Sau đây là các loại thiết bị triệt xung điện áp:

1. **Khe phóng điện.** Thiết bị triệt xung điện áp kiểu khe phóng điện gồm 2 điện cực đặt trong không khí hoặc vật liệu dập hồ quang. Các điện áp quá cao sẽ phóng qua khe không khí (dưới dạng tia lửa), truyền xuống đất, và bị loại khỏi đường dây điện. Bộ chống sét kiểu khe phóng điện thường được sử dụng để loại các xung điện áp sét ra khỏi đường dây điện. Nhược điểm của loại thiết bị này là chúng thường cho phép dòng điện kế tục sau khi hồ quang được thiết lập. Vấn đề này được xử lý bằng cách sử dụng bộ triệt tia điện từ tính, bộ ngắt mạch, hoặc bộ khử ion.



Hình 7-20. Bộ chống sét kiểu khe phóng điện

Thiết bị kiểu khe phóng điện có ưu điểm là đơn giản và đáng tin cậy, bền, khả năng xử lý năng lượng cao, không tiêu thụ điện, độ sụt áp qua khe hở trong thời gian dẫn điện rất thấp, điện dung thấp, thời gian đáp ứng hợp lý, và sự vận hành lưỡng cực (làm việc theo cả hai chiều).

Nhược điểm của loại thiết bị này là điện áp phóng điện của chúng phụ thuộc vào điều kiện khí quyển và thời gian tăng điện áp. Do đó, chúng chỉ được sử dụng trong các mạch có điện áp tương đối cao, và những thiết bị được sử dụng đơn độc không thể triệt tiêu dòng điện kế tục.

Hình 7-20 minh họa bộ chống sét kiểu khe phóng điện loại rẻ tiền, chủ yếu dùng để loại bỏ sóng điện áp sét lan truyền.

2. **Ống khí.** Nguyên lý hoạt động của ống khí tương tự bộ chống sét kiểu khe phóng điện. Tuy nhiên, chúng không có các vấn đề liên quan đến điều kiện khí quyển, vì khe phóng điện được bọc trong khí quyển neon, argon, krypton, hoặc khí tương tự.

Ống khí có ưu điểm là giá thành thấp, nhỏ gọn, tuổi thọ cao, dung lượng dòng điện cao, điện áp phóng điện thấp, và điện dung khá thấp. Nhược điểm của các ống khí là phải giới hạn dòng điện kế tục trên các mạch công suất, điện áp phóng điện phụ thuộc vào thời gian tăng điện áp, khả năng hấp thu năng lượng không đáng kể, và có thể bị ion hóa bởi các trường RF (tần số radio) mạnh.

3. **Varistor oxide kim loại.** Các varistor oxide kim loại (MOV) được chế tạo bằng cách nén các hạt oxide kẽm thiêu kết thành dạng bánh xốp và có các đầu dây nối (cực nối). Những linh kiện này có thời gian đáp ứng chậm hơn so với bộ chống sét kiểu khe phóng điện hoặc ống khí. Khi các điện áp xung tăng, linh kiện này dẫn điện tốt hơn và cung cấp tác động cắt xén điện áp. Khác với bộ chống sét kiểu khe phóng điện hoặc ống khí, MOV hấp thu năng lượng trong các điều kiện có xung điện áp.

Ưu điểm là có thể sử dụng chúng cho các ứng dụng điện áp thấp, thời gian đáp ứng nhanh, hấp thu năng lượng cao, và không cần bảo vệ dòng điện kế tục. Nhược điểm là thời gian cắt xén của chúng tùy thuộc vào mặt-sóng điện áp, tuổi thọ ngắn, không có khả năng ngắn mạch một phần, cần có cầu chì ngoài đối với các ứng dụng công suất, và chúng có điện dung cao.

4. **Thiết bị thác silicon.** Về cơ bản, linh kiện này là diode zener được thiết kế để xử lý các dòng điện lớn mà không bị hư. Cấu trúc của lớp tiếp giáp trên các linh kiện này thường lớn gấp 10 lần diode zener bình thường. Lớp tiếp giáp được kẹp giữa các điện cực bạc để cải thiện khả năng phân phối dòng điện và hỗ trợ sự phát tán nhiệt. Các linh kiện này có thời gian đáp ứng rất nhanh và mức cắt xén chính xác.

Ưu điểm của các thiết bị kiểu thác silicon là thời gian đáp ứng nhanh (dưới 1 nano giây), ngưỡng cắt chính xác, kích thước nhỏ, và có thể có cấu hình lưỡng cực. Nhược điểm là có thể bị hư do các xung điện áp cao và chiều dài dây dẫn ảnh hưởng đến thời gian đáp ứng.

CÁC TỔ HỢP

Không có loại thiết bị triệt xung điện áp nào phù hợp với mọi tình huống. Tuy nhiên, có thể kết hợp các thiết bị khác nhau để tương thích với hầu hết ứng dụng.

Để hiểu cách sử dụng các tổ hợp này, bạn hãy hình dung con đường xung có thể đi qua để đến thiết bị xử lý dữ liệu cần bảo vệ.

Thiết bị bảo vệ sơ cấp

Tuyến phòng thủ thứ nhất để chống sét lan truyền hoặc xung điện áp do chuyển mạch là các thiết bị bảo vệ sơ cấp do công ty điện lực lắp đặt. Những thiết bị này được lắp giữa mỗi dây pha và dây trung tính được nối đất. Chúng thường được bố trí tại biến áp giảm áp và tại các trụ cấp điện cho hệ thống phân phối đi ngầm dưới đất. Các thiết bị này được thiết kế để cắt xén các xung điện áp đến giá trị thấp hơn định mức đánh thủng cách điện của các máy biến áp và dây cáp của công ty điện lực.

Thiết bị bảo vệ thứ cấp

Tuyến phòng thủ thứ hai chống lại các xung điện áp là thiết bị triệt xung đặt tại đường dây cấp điện đi vào tòa nhà. Thiết bị này gồm khe phóng điện điện áp thấp với thyritor nối tiếp được mắc giữa mỗi dây pha và dây trung tính nối đất. (Các phần tử thyritor kiểm soát dòng điện kế tục đã nêu trong phần trước). Những thiết bị hiệu quả hơn gồm một varistor oxide kim loại (MOV) lớn được nối giữa các dây pha và dây trung tính nối đất. Lưu ý, NEC không yêu cầu thiết bị triệt xung này cho các dây cấp điện đi ngầm dưới đất, mặc dù chúng có thể lấy điện từ trụ điện trên không gần đó.

Bộ triệt xung cho thiết bị

Đây là loại thiết bị triệt xung điện áp được thiết kế để bảo vệ thiết bị thay vì bảo vệ hệ thống điện của toàn bộ tòa nhà. Chúng có mức độ phức tạp và giá cả khác nhau. Hai yếu tố này tỷ lệ thuận với hiệu quả cắt xén điện áp. Hầu hết các hệ thống này đều yêu cầu thiết bị triệt xung tại ngõ vào dây cấp điện của tòa nhà (thường là bộ chống

sét kiểu khe phóng điện) để ngăn bộ triệt xung của thiết bị tiếp xúc với các điện áp cao thoáng qua. Thiết bị chống sét kiểu khe phóng điện có thể xử lý các xung điện áp cao mà hầu hết các bộ triệt xung của thiết bị không thể xử lý. Tuy nhiên, bộ triệt xung của thiết bị có thể gặp các xung điện áp cao đến 2000 V.

Một trong các dạng triệt xung thiết bị đơn giản, thông dụng, và rẻ nhất là gồm một varistor và cầu chì nhiệt được nối ngang qua dây pha và dây trung tính. Các bộ này thường được lắp trong phích cắm, ổ cắm, hoặc thanh ổ cắm có chức năng triệt xung điện áp. Đối với xung điện áp 2000 V, 15 A, thiết bị được bảo vệ thường chỉ chịu điện áp không quá 500 V.

Đối với trang thiết bị nhạy cảm, có thể sử dụng các thiết bị lai để cung cấp điện áp cắt (điện áp phóng điện) thấp và thời gian đáp ứng rất nhanh. Các tổ hợp này sử dụng varistor oxide kim loại năng lượng cao cho tầng bảo vệ thứ nhất, với varistor và cầu chì được nối giữa dây pha và dây trung tính. Khi đó điện áp đường dây đi qua cuộn cảm lõi không khí đến tầng thứ hai kiểu *thác* silicon gồm các diode triệt xung lưỡng cực mắc nối tiếp giữa dây pha và dây trung tính. Nguyên lý làm việc của tổ hợp lai như sau: Các MOV (varistor oxide kim loại) hấp thu hầu hết xung điện áp, còn các diode cung cấp thời gian cắt rất nhanh. Cuộn cảm cung cấp độ sụt áp đủ lớn khi có xung điện áp để bảo vệ các diode.

Lưu ý, tất cả các MOV, diode, và linh kiện tương tự là những linh kiện điện tử tương đối nhỏ. Mặc dù cấu tạo chính xác của mỗi loại thay đổi theo từng nhà sản xuất, nhưng hầu hết chúng đều có dạng đĩa hoặc hình trụ nhỏ với hai đầu dây.

BỘ ĐIỀU HÒA ĐIỆN ÁP

Các bộ điều hòa điện áp được sử dụng để hạn chế mức quá áp hoặc sụt áp. Bộ điều hòa điện áp có cấu tạo căn bản gồm biến áp 1:1 với dây đấu rẽ biến thiên trên phía thứ cấp. Mạch cảm biến điện áp đặc biệt sẽ giám sát điện áp trên phía thứ cấp và điều chỉnh đầu nối rẽ biến thiên để bảo đảm điện áp ra ở trong giới hạn cho phép.

Bộ điều hòa điện áp luôn luôn được sử dụng với bộ triệt xung điện áp (một số model được lắp sẵn bộ triệt xung). Với thiết kế này, bộ điều hòa điện áp còn có thêm chức năng triệt xung điện áp. Với bộ điều hòa điện áp lắp đặt chính xác, tất cả các điện áp thừa hoặc

thiếu sẽ được điều chỉnh trước khi chúng đến thiết bị xử lý dữ liệu (ngoại trừ các điện áp quá cao hoặc quá thấp).

Các bộ điều hòa điện áp đắt hơn bộ triệt xung, nhưng chúng vẫn ở trong khả năng tài chính của hầu hết các công ty và người dùng máy tính cá nhân. Chúng rẻ hơn nhiều so với các thiết bị tổng hợp điện.

BIẾN ÁP CÁCH LY

Về phương diện điện, biến áp cách ly tách rời máy tính với nguồn điện lưới. Ưu điểm chính của các biến áp cách ly là lọc bỏ các đỉnh điện áp đột xuất, kể cả các đỉnh điện áp vài trăm volt. Chúng ít hiệu quả khi lọc các đỉnh điện áp tồn tại trong thời gian dài. Các đỉnh điện áp tồn tại lâu dài trên cuộn sơ cấp sẽ được chuyển vào cuộn thứ cấp dưới dạng điện áp cao và đi đến thiết bị.

TỔ HỢP ỔN ÁP - CÁCH LY

Thiết bị kết hợp này có cả tính năng của biến áp cách ly và bộ điều hòa điện áp. Chúng có thể loại bỏ các dao động điện áp kéo dài và còn bảo vệ thiết bị xử lý dữ liệu khỏi các đỉnh điện áp, sự sụt áp và nhiễu điện.

Các bộ nguồn độc lập của máy tính thường có thiết kế kiểu này. Một số sử dụng biến áp cộng hưởng sắt từ, số khác sử dụng biến áp chuyển mạch dây đấu rẽ làm phương tiện cách ly. Biến áp cộng hưởng sắt từ loại bỏ các đỉnh và xung điện áp cao nhanh hơn, nhưng có thể không hiệu quả khi vận hành với tải cảm ứng lớn (thường trong vài ứng dụng máy tính) và có các vấn đề về góc pha.

Biến áp cộng hưởng sắt từ sử dụng lõi thép được bão hòa từ một phần, nghĩa là biến áp có khả năng xử lý từ thông hạn chế. Vì vậy, sự gia tăng điện áp cao hơn bình thường trên các cuộn sơ cấp không thể làm tăng từ thông trong phần biến áp đã bão hòa từ. Kết quả, điện áp thứ cấp không tăng theo đỉnh điện áp trên phía sơ cấp, vì không đủ từ thông để chuyển điện áp sơ cấp qua các cuộn dây thứ cấp.

UPS QUAY

Hệ thống UPS quay (bộ nguồn liên tục) là bộ động cơ - máy phát điện, sử dụng điện lưới để quay máy phát điện và cung cấp nguồn điện ac mới, không bị nhiễu. Hệ thống này không phải là thiết bị

điều hòa công suất như các loại vừa được trình bày. UPS quay là thiết bị tổng hợp điện, cung cấp nguồn điện mới và độc lập.

Hệ thống này rẻ hơn nhiều so với các hệ thống UPS thực sự, nhưng có đủ mọi chức năng như hệ thống UPS, ngoại trừ khả năng cung cấp điện trong thời gian mất điện lưới.

Khác với các bộ động cơ - máy phát điện tiêu chuẩn, hệ thống USP quay có chất lượng cao hơn. Động cơ trong hệ thống UPS có thể là loại đồng bộ hoặc loại cảm ứng (đôi khi được gọi là động cơ không đồng bộ). Các bộ động cơ - máy phát điện này thường được kết hợp vào trung tâm cấp điện (bộ nguồn độc lập) của máy tính.

Các hệ thống UPS quay có thể là loại một-trục hoặc các thiết bị riêng biệt. Hệ thống một-trục có trục chung giữa hai bộ phận, do đó giảm số lượng ổ đỡ cần thiết. Mặc dù điều này là tốt về phương diện bảo trì, nhưng các điện áp tức thời có thể truyền qua trục từ bên này sang bên kia. Trong hệ thống riêng biệt, các thiết bị được nối với nhau bằng dây đai hoặc phương tiện tương tự. Vì vậy, điện áp tức thời không thể truyền qua, nhưng khó bảo trì hơn.

Có vài tùy chọn đối với động cơ. Động cơ đồng bộ vốn gắn liền với tần số điện lưới và làm quay máy phát điện ở tốc độ chính xác, nhưng khởi động phức tạp và mất thời gian khởi động lại trong trường hợp mất điện. Động cơ cảm ứng rẻ hơn và dễ vận hành hơn, nhưng tốc độ quay không thỏa đáng, do "hiện tượng trượt" vốn có của loại động cơ này. Giải pháp cho vấn đề này là sử dụng động cơ cảm ứng truyền động máy phát điện thông qua các pu-li và dây đai có kích cỡ phù hợp để máy phát điện quay nhanh hơn động cơ nhằm duy trì tốc độ chính xác.

Một tùy chọn khác đối với động cơ là sử dụng động cơ dc với hai nguồn điện. Nguồn thứ nhất là điện lưới đi qua bộ chỉnh lưu để tạo ra dòng điện dc. Nguồn thứ hai là ắc quy mắc song song với nguồn điện dc được chỉnh lưu. Khi bị mất điện, ắc quy sẽ duy trì hoạt động của các thiết bị xử lý dữ liệu. Thời gian duy trì này phụ thuộc vào số lượng ắc quy được sử dụng, nhưng không quá khó khăn để cấp điện cho hệ thống đủ thời gian shutdown đúng trình tự.

CÁC HỆ THỐNG UPS

Hệ thống UPS là tổ hợp các thiết bị điện và điện tử được thiết kế để duy trì nguồn điện liên tục cho các phụ tải quan trọng, chủ yếu là các thiết bị xử lý dữ liệu quan trọng.

Hệ thống UPS vận hành bằng cách sử dụng ba thiết bị căn bản:

1. Bộ chỉnh lưu ac thành dc.
2. Ắc quy.
3. Bộ đổi điện dc thành ac.

Các hệ thống này có ba chế độ vận hành: chế độ bình thường, mất nguồn điện ac, và rẽ nhánh.

Chế độ bình thường

Khi hoạt động bình thường, dòng điện đi vào các bộ chỉnh lưu và được chuyển thành dòng điện dc. Một phần dòng điện dc được gởi đến bộ nạp điện để duy trì các ắc quy ở tình trạng nạp điện đầy đủ. Phần điện dc còn lại đi đến bộ đổi điện dc thành ac để được tổng hợp thành điện áp ac 50 hoặc 60 Hz. Nguồn điện này đi qua công tắc chuyển tiếp và đến phụ tải.

Khi vận hành theo cách này, điện áp mới sẽ được tổng hợp, điện lưới chỉ đóng vai trò nguồn năng lượng. Dòng điện cấp cho thiết bị xử lý dữ liệu là nguồn điện mới, ổn định.

Chế độ mất điện lưới ac

Trong trường hợp mất điện, các ắc quy và bộ đổi điện sẽ duy trì dòng điện cung cấp cho thiết bị xử lý dữ liệu. Điều này được thực hiện mà không có sự chuyển mạch nào cả, vì các ắc quy luôn luôn nối kết với mạch điện. Khi điện lưới mất, các ắc quy đã hiện hữu và bắt đầu cấp điện. Các ắc quy sẽ tiếp tục cung cấp điện cho đến khi điện lưới được khôi phục hoặc thiết bị được ngừng hoạt động theo đúng trình tự.

Đôi khi máy phát điện riêng cũng được sử dụng. Trong trường hợp mất điện lưới, các ắc quy sẽ cấp điện cho đến khi máy phát điện dự phòng hoạt động.

Chế độ rẽ nhánh

Hầu hết hệ thống UPS đều có công tắc chuyển tiếp để truyền tín hiệu ra của bộ đổi điện đến tải. Các công tắc này được thiết kế để bảo vệ tải không bị ngắt điện khi hệ thống UPS bị sự cố.

Nguồn điện rẽ nhánh có thể là điện lưới, máy điện dự phòng, bộ đổi điện khác, hoặc thiết bị tương tự. Công tắc chuyển tiếp có thể vận hành tự động hoặc bằng tay.

Hệ thống UPS được thiết kế chính xác sẽ duy trì sự cung cấp điện liên tục cho các phụ tải quan trọng. Thiết bị bảo vệ không phù hợp với hệ thống UPS, ngoại trừ hệ thống UPS quay sử dụng động cơ dc và ắc quy. Tuy nhiên, các hệ thống này có vài vấn đề: (1) giá thành cao; (2) chiếm nhiều không gian; và (3) cần bảo trì các ắc quy.

NỐI ĐẤT MÁY TÍNH

Sự nối đất máy tính có hai yêu cầu:

1. Cho phép các điện áp không ổn định đi vào thiết bị dữ liệu thông qua hệ thống nối đất.
2. Cung cấp đường tiếp đất tần số cao hiệu quả.

Các điện áp đất đi lạc đã gây ra nhiều vấn đề đối với người thợ điện. Dây nối đất riêng của máy tính không kết thúc tại bảng điện mà phải nối với điểm nối đất của dây đất trong hệ thống bình thường (xem *Phần 250.146(D)* của NEC). Mục đích của dây nối đất này là ngăn các điện áp rò đi vào máy tính thông qua hệ thống nối đất của tòa nhà. Các điện áp này thường do sự cảm ứng từ của các dây dẫn khác trong cùng ống luồn dây với dây nối đất gây ra (lý do sử dụng đường dây riêng). Chúng còn do các điện áp đang cảm ứng vào hệ thống ống luồn dây gây ra, hệ thống này thường được nối với dây nối đất, cho phép các điện áp cảm ứng đi vào máy tính (lý do sử dụng dây nối đất riêng).

Cách tốt nhất để khắc phục các vấn đề này là chạy các đường dây riêng (các mạch điện khác nhau chạy trong các ống luồn dây và hộp điện riêng) để cung cấp cho các ổ cắm có dây nối đất riêng và hệ thống nối đất độc lập, có cách điện, mắc trực tiếp với điểm nối của dây điện cực nối đất.

SÓNG HÀI

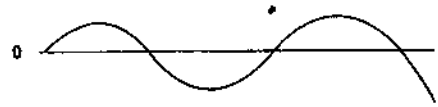
Phần này sẽ bắt đầu bằng cách định nghĩa sóng hài và các thuật ngữ sẽ được sử dụng.

Trước hết, sóng hài là các tín hiệu điện có tần số gấp bội tần số điện lưới. Rõ ràng nhất là các sóng hài trong âm nhạc. Sóng hài do nhiều thiết bị điện tử tạo ra. Chúng không gây sự cố đối với máy tính, nhưng gây ra nhiều vấn đề đối với hệ thống phân phối điện, và thường xuất hiện ở những nơi có nhiều máy tính cá nhân, cơ cấu truyền động có thể điều chỉnh tốc độ, và các loại thiết bị không sử dụng toàn bộ sóng sine mà kéo dòng điện theo các xung ngắn.

NGUỒN GỐC SÓNG HÀI – NGUỒN ĐIỆN

Nhiều loại thiết bị điện tử kéo dòng điện chỉ một phần sóng sine, đặc biệt là máy tính và các thiết bị tương tự. Những thiết bị này được xem là có *nguồn chuyển mạch*. Mặc dù nguồn chuyển mạch cải thiện hiệu suất của thiết bị điện tử, nhưng chúng cũng tạo ra dòng điện hài làm biến áp bị quá nhiệt, dẫn đến quá nhiệt các dây trung tính. Sự quá nhiệt này có thể kích hoạt bộ ngắt mạch (CB).

Điện áp lưới 50 hoặc 60 Hz xuất hiện trên máy hiện sóng dưới dạng sóng sine (Hình 7-21). Các nguồn chuyển mạch kéo dòng điện được trình bày trên Hình 7-22. Với sự có mặt các sóng hài, dạng sóng bị biến dạng (Hình 7-23). Các sóng này được mô tả là sóng phi sine. Các dạng sóng điện áp và dòng điện không còn quan hệ một cách bình thường, và được gọi là sóng phi tuyến. Các tải phi tuyến kéo dòng điện theo các xung đột ngột sẽ làm biến dạng sóng dòng điện, tạo ra dòng điện hài truyền ngược vào các bộ phận khác của hệ thống điện.



Hình 7-21. Dòng điện 60-hertz



Hình 7-22. Dòng điện của nguồn chuyển mạch



Hình 7-23. Dạng sóng kết hợp (biến dạng)

Trong các nguồn điện này (còn gọi là bộ nguồn ngõ vào diode - tụ điện), điện áp vào ac được chỉnh lưu bằng các diode để nạp điện cho tụ điện lớn. Sau vài chu kỳ, tụ điện được nạp đến điện áp đỉnh của sóng sine (170 V đối với đường dây ac 120 V). Sau đó, thiết bị điện tử rút dòng điện từ điện áp dc cao này để cung cấp cho phần còn lại của mạch điện. Lúc này, thiết bị có thể rút dòng điện xuống đến giới hạn dưới. Thông thường, trước khi đạt đến giới hạn này, tụ điện được tái nạp điện đến giá trị đỉnh trong nửa chu kỳ tiếp theo của sóng sine. Quá trình này được lặp lại liên tục. Tụ điện chỉ rút một xung dòng điện ở đỉnh sóng. Trong phần còn lại của sóng sine, tụ điện không rút gì cả.

Các dấu hiệu của sóng hài thường xuất hiện trong thiết bị phân

phối điện cung cấp cho các tải phi tuyến. Có hai loại tải phi tuyến căn bản: 1-pha và 3-pha. Tải phi tuyến 1-pha thường thấy trong các văn phòng, còn tải 3-pha phổ biến trong các nhà máy công nghiệp.

DÂY TRUNG TÍNH

Trong hệ thống 3-pha, 4-dây, các tải phi tuyến nối với mạch nhánh 120 V có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến dây trung tính. Trong điều kiện bình thường đối với tải tuyến tính cân bằng, phần 60-Hz (hoặc 50-Hz) cơ bản của dòng điện pha sẽ triệt tiêu trong dây trung tính.

Trong hệ thống 4-dây có các tải phi tuyến 1-pha, một số sóng hài lẻ được gọi là triplen (bội số lẻ của sóng hài bậc ba, ví dụ, 3, 9, 15) không bị triệt tiêu, chúng kết hợp với nhau trong dây trung tính. Trong các hệ thống có nhiều tải phi tuyến 1-pha, dòng điện trung tính có thể vượt quá dòng điện pha. Mối nguy hiểm ở đây là sự quá nhiệt rất lớn, vì trên dây trung tính không có bộ ngắt mạch để giới hạn dòng điện như các dây pha. Các dòng điện quá mức này cũng có thể gây sụt áp mạnh giữa dây trung tính và đất.

BỘ NGẮT MẠCH

Các bộ ngắt mạch *nhiệt-từ* thông thường sử dụng cơ cấu lưỡng kim để đáp ứng với hiệu ứng nhiệt của dòng điện trong mạch điện. Cơ cấu này được thiết kế để đáp ứng theo giá trị rms-thực của dạng sóng dòng điện, do đó sẽ ngắt mạch khi bị nóng quá mức. Loại thiết bị ngắt mạch này có khả năng bảo vệ mạch điện chống lại các tình trạng quá tải dòng điện hài.

Bộ ngắt mạch *điện tử cảm biến đỉnh* đáp ứng theo giá trị đỉnh của dạng sóng dòng điện. Tất nhiên, thiết bị này không thường xuyên đáp ứng chính xác với dòng điện hài. Do đỉnh của dòng điện hài luôn luôn cao hơn bình thường, loại thiết bị này có thể ngắt mạch sớm ở dòng điện thấp. Nếu đỉnh dòng điện hài thấp hơn bình thường, bộ ngắt mạch có thể không nhả đúng thời điểm cần thiết.

KHẢO SÁT SÓNG HÀI

Sự khảo sát sóng hài sẽ giúp bạn xác định có vấn đề sóng hài hay không và vị trí của chúng. Sau đây là vài hướng dẫn căn bản:

1. **Kiểm kê phụ tải.** Bạn hãy dạo quanh địa điểm cần khảo sát và quan sát các loại thiết bị đang sử dụng. Nếu thấy các máy tính

và máy in, động cơ có thể điều chỉnh tốc độ, bộ điều khiển bếp lò trạng thái rắn, và các đèn huỳnh quang sử dụng ballast điện tử, sự có mặt các sóng hài gần như chắc chắn.

2. **Kiểm tra độ nóng của biến áp.** Xác định biến áp cấp điện cho các tải phi tuyến nêu trên và kiểm tra xem chúng có bị nóng quá mức không. Cũng cần bảo đảm các lỗ thông gió làm mát biến áp không bị nghẽn.
3. **Dòng điện thứ cấp của biến áp.** Dùng đồng hồ rms-thực để kiểm tra các dòng điện của máy biến áp. Bạn cần đo và ghi lại các dòng điện thứ cấp của máy biến áp trong mỗi pha và trong dây trung tính (nếu có). Sau đó tính kVA phân phối cho phụ tải và so sánh giá trị này với định mức trên bảng tên máy biến áp. (Chú ý, nếu có dòng điện hài, biến áp có thể bị quá nhiệt dù kVA được phân phối thấp hơn định mức trên bảng tên). Nếu thứ cấp của biến áp là hệ thống 4-dây, so sánh dòng điện trung tính đo được với giá trị suy ra từ sự mất cân bằng trong các dòng điện pha. (Dòng điện trung tính là tổng vector của các dòng điện pha và thường bằng không nếu các dòng điện pha cân bằng về cả biên độ và pha). Nếu dòng điện trung tính cao bất thường, sự có mặt các sóng hài triplen gần như chắc chắn và máy biến áp có thể bị giảm định mức và giảm tải. Đo tần số dòng điện trung tính: 180 Hz là số đo phổ biến đối với dòng điện trung tính chủ yếu gồm các sóng hài bậc ba.
4. **Kiểm tra dòng điện trung tính ở bảng điện phụ.** Khảo sát các bảng điện phụ cấp điện cho các phụ tải gây sóng hài. Đo dòng điện trong mỗi dây trung tính của mạch nhánh, so sánh giá trị đo được với định mức của cỡ dây được sử dụng. Kiểm tra độ nóng và sự đổi màu trên thanh cái trung tính và các nối kết của phát tuyến (fiđe). Đầu dò nhiệt độ hồng ngoại là thiết bị thích hợp để xác định sự quá nhiệt trên các thanh cái và mối nối.
5. **Kiểm tra điện áp trung tính - dây đất tại ổ cắm điện.** Sự quá tải dây trung tính trong các mạch nhánh có ổ cắm đôi khi có thể phát hiện bằng cách đo điện áp trung tính-dây đất tại ổ cắm. Đo điện áp này khi các phụ tải đang hoạt động. Hai volt hoặc thấp hơn là bình thường. Các điện áp cao hơn có thể biểu thị sự cố, tùy theo chiều dài đường dây, chất lượng mối nối,... Đo tần số: 180 Hz cho biết sự hiện diện của các sóng hài, và 60 Hz cho thấy các pha mất cân bằng.

Bạn cần lưu ý đặc biệt đối với hệ thống dây điện bên dưới tấm thảm và các bảng điện văn phòng có hệ thống điện tích hợp sử dụng dây trung tính chung cho các dây 3-pha. Vì các tải trong hai khu vực này thường là máy tính và các thiết bị văn phòng, chúng là tác nhân gây sự cố đối với dây trung tính bị quá tải.

PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

Sau đây là các gợi ý để xác định vài sự cố sóng hài thông thường:

Dây trung tính bị quá tải

Trong hệ thống 3-pha, 4-dây, có thể hạn chế phần 60 Hz (hoặc 50 Hz) của dòng điện trung tính đến mức tối thiểu bằng cách cân bằng các phụ tải trong mỗi pha. Để giảm dòng điện trung tính sóng hài triplen, bạn có thể bổ sung bộ lọc sóng hài vào phụ tải. Nếu không thể thực hiện các giải pháp này, có thể lắp các dây trung tính phụ, tốt nhất là một dây trung tính cho mỗi pha. Bạn cũng có thể lắp dây trung tính cỡ lớn chung cho cả ba dây pha.

Giảm định mức biến áp

Một cách bảo vệ máy biến áp khỏi các sóng hài là hạn chế phụ tải đặt lên chúng. Giải pháp này được gọi là giảm định mức máy biến áp. Đối với các máy biến áp hiện hữu, cần bổ sung các phát tuyến mới, các máy biến áp, và hệ thống mạch nhánh (giải pháp nào cũng được).

THIẾT BỊ KIỂM TRA

Thiết bị kiểm tra bạn cần sử dụng phải có khả năng đo giá trị rms-thực và giá trị đỉnh tức thời của dòng điện pha trong mỗi pha của phía thứ cấp.

Chương 8

NỐI ĐẤT

Nối đất chủ yếu là vì lý do an toàn. Về cơ bản, nối đất có hai mục đích:

1. Cung cấp đường về đáng tin cậy cho các dòng điện rò.
2. Cung cấp biện pháp chống sét.

Lúc đầu, nhiều ý kiến cho rằng không cung cấp đường về thuận tiện cho các dòng điện rò sẽ tốt hơn, do đó, họ ngăn cản chúng lưu thông. Mặc dù phương pháp này có hiệu quả nhất định trong việc giảm cường độ *dòng điện rò* (dòng điện truyền đến những nơi không mong muốn), nhưng cũng cho phép chúng lưu thông liên tục nhiều hay ít khi chúng xuất hiện.

Vì dòng điện rò là mối nguy hiểm lớn nhất đối với con người, sự quan tâm chính là loại bỏ hoàn toàn dòng điện này bằng cách cung cấp đường trở về nguồn điện thông thoáng (điện trở gần bằng 0), sao cho dòng điện này đủ lớn để làm nổ cầu chì hoặc kích hoạt bộ ngắt mạch và cắt toàn bộ dòng điện dẫn đến mạch bị tác động, loại bỏ mối nguy hiểm. Điều này cũng bảo đảm mạch điện bị rò điện không thể vận hành, buộc phải thực hiện việc sửa chữa.

Có thể nói rằng bạn sử dụng sự nối đất để bảo đảm các mạch điện bị sự cố không thể hoạt động. Các mạch điện bị hư hỏng một phần là rất nguy hiểm, vì chúng có thể không gây chú ý; do đó, nối đất là điều cần thiết.

Các quy định đối với mọi kiểu nối đất được trình bày trong *Điều 250* của NEC. Về phương diện pháp lý và an toàn, tất cả các hệ thống buộc phải nối đất theo quy định này.

NHỮNG BỘ PHẬN PHẢI ĐƯỢC NỐI ĐẤT

Các vật dẫn điện sau đây phải luôn luôn được nối đất:

1. Một dây dẫn của hệ thống 1-pha, 2-dây.
2. Dây trung tính của hệ thống 1-pha, 3-dây.
3. Dây rẽ nhánh ở tâm của hệ thống đấu sao (Y) chung cho tất cả các pha.
4. Một pha của hệ thống tam giác (Δ).

5. Trong hệ thống tam giác có điểm giữa của một pha được nối đất, dây nối đất này phải được sử dụng làm dây trung tính.

NHỮNG QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC HỆ THỐNG KHÁC NHAU

Hệ thống dc 2-dây cung cấp điện cho các cơ ngơi lớn phải được nối đất, ngoại trừ các trường hợp sau:

1. Hệ thống chỉ cung cấp điện cho thiết bị công nghiệp trong các khu vực giới hạn và có thiết bị phát hiện chạm đất.
2. Hệ thống vận hành ở 50 volt hoặc thấp hơn giữa các dây dẫn.
3. Hệ thống vận hành ở điện áp trên 300 V giữa các dây dẫn.
4. Hệ thống lấy điện từ bộ chỉnh lưu, và nguồn điện ac cung cấp cho bộ chỉnh lưu được lấy từ hệ thống có nối đất chính xác.
5. Hệ thống là mạch phát tín hiệu báo cháy có dòng điện tối đa 0,03 ampere.

Các *hệ thống dc 3-dây* phải có dây trung tính được nối đất.

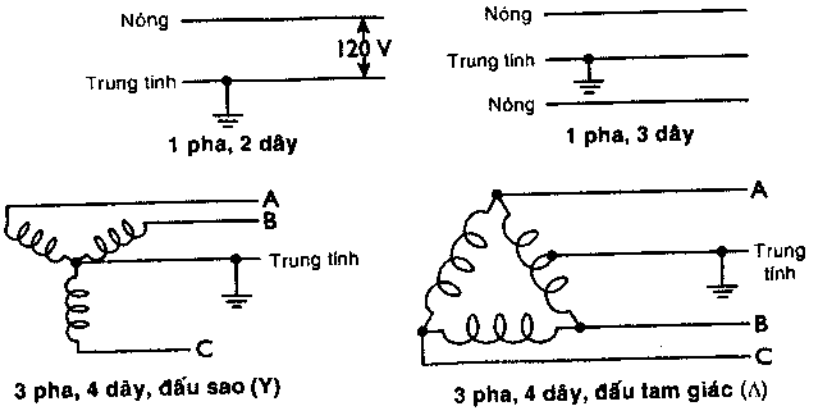
Các mạch điện *xoay chiều* (ac) vận hành ở điện áp dưới 50 volt phải được nối đất trong các trường hợp sau:

1. Mạch điện được lắp đặt trên không bên ngoài tòa nhà.
2. Mạch lấy điện từ máy biến áp, và mạch cấp điện cho biến áp được nối đất.
3. Mạch lấy điện từ máy biến áp, và mạch cấp điện cho biến áp vận hành ở điện áp trên 150 volt so với đất.

Các hệ thống ac vận hành ở điện áp giữa 50 và 1000 volt (đây là các hệ thống rất phổ biến và bạn có nhiều khả năng làm việc với chúng) và cung cấp điện cho các cơ ngơi lớn phải được nối đất, nếu rơi vào một trong các trường hợp sau (xem Hình 8-1):

1. Hệ thống có thể được nối đất sao cho điện áp so với đất của các dây không nối đất không vượt quá 150 volt.
2. Hệ thống đấu sao 3-pha, 4 dây, và dây trung tính được dùng làm dây dẫn của mạch điện.
3. Hệ thống đấu tam giác 3-pha, 4-dây, và điểm giữa của một pha được dùng làm dây dẫn của mạch điện.
4. Dây cấp điện chính được nối đất không có cách điện.

Quy định này không áp dụng cho các hệ thống sau:



Hình 8-1. Nối đất đối với các hệ thống khác nhau

1. Hệ thống chỉ cung cấp điện cho lò điện công nghiệp được dùng để nấu chảy và tinh luyện.
2. Hệ thống chuyên cấp điện cho các bộ chỉnh lưu, và bộ chỉnh lưu cung cấp điện cho cơ cấu truyền động có thể điều chỉnh tốc độ.
3. Các hệ thống chuyên biệt khác (xem các ngoại lệ trong *Phần 250.5(b)* của NEC).

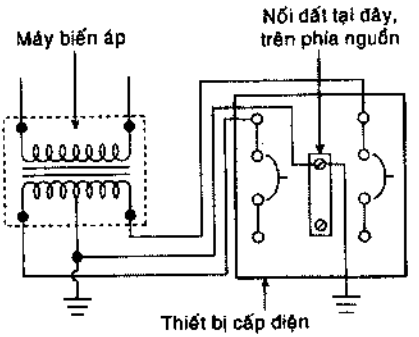
Các *mạch điện dùng cho cần trục* vận hành ở vị trí Loại 3 trên các vật liệu dễ cháy có thể *không* cần nối đất.

HỆ THỐNG ĐIỆN CỰC NỐI ĐẤT

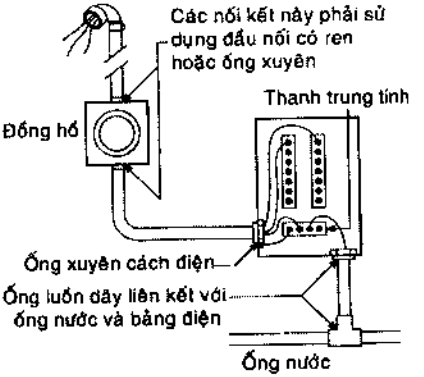
Hệ thống điện cực nối đất của công trình điện nối kết hệ thống điện với đất. Đây là phần đặc biệt quan trọng trong hệ thống nối đất, cần chọn lựa vật liệu và phương pháp một cách cẩn thận.

Mọi vật sau đây đều thích hợp để làm điện cực nối đất. Nếu có thể, liên kết tất cả chúng với nhau để tạo thành hệ thống điện cực nối đất (xem các Hình 8-2 đến 8-5):

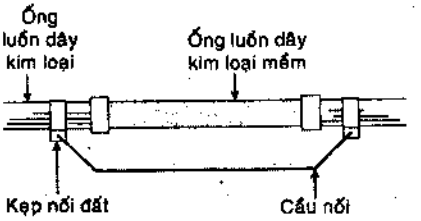
1. Phần kim loại kết cấu gần nhất được chôn xuống đất.
2. Ống nước kim loại gần nhất được chôn dưới đất.
3. Điện cực, thường là dây đồng trần số 4 AWG (tối thiểu) hoặc thanh tăng cường, ít nhất phải dài 20 ft và toàn bộ chiều dài này phải tiếp xúc trực tiếp với đất. Nếu sử dụng thanh tăng cường, thanh này phải có đường kính tối thiểu 1/2 inch.



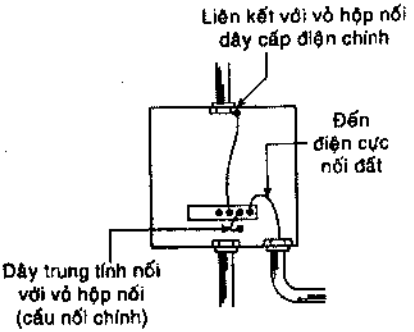
Hình 8-2. Nối đất hệ thống cấp điện



Hình 8-4. Liên kết ống luồn dây với ống nước.



Hình 8-3. Sự liên kết xung quanh điểm giãn nở.



Hình 8-5. Liên kết vỏ hộp nối dây cấp điện chính

4. Vòng dây đồng trần số 2 AWG (tối thiểu) chạy quanh công trình xây dựng ít nhất phải dài 20 ft và chôn sâu 2,5 ft.
5. Thanh nối đất, điện cực tấm, hoặc điện cực thích hợp.

Không được phép sử dụng hệ thống ống dẫn khí đốt hoặc điện cực nhôm.

DÂY NỐI ĐẤT

Dây điện cực nối đất là dây dẫn chạy giữa vỏ thiết bị cắt nguồn điện chính và điện cực nối đất (thông dụng nhất là thanh nối đất hoặc ống nước lạnh). Đây là phần tử chính để hoàn thiện mạch nối đất, bảo đảm tính an toàn của hệ thống điện.

Dây điện cực nối đất có thể là dây đồng, dây nhôm, hoặc dây nhôm bọc đồng. Kích cỡ của dây này phải được xác định theo *Bảng*

250.66 của NEC, hoặc nếu các dây pha lớn hơn dây đồng 1100 kcmil hoặc dây nhôm 1750 kcmil, dây điện cực nối đất ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện dây pha lớn nhất. Nếu các dây cấp điện chính được mắc song song, kích cỡ dây điện cực nối đất phải được căn cứ vào tiết diện tổng của bộ dây pha lớn nhất.

Dây điện cực nối đất không được chắp nối. (Ngoại trừ các thanh cái và các điểm rẽ nhánh cần thiết).

Dây nối đất của thiết bị có thể là một trong các dây sau đây, và phải có kích cỡ phù hợp với *Bảng 250.122* của NEC:

- Dây đồng (hoặc vật liệu chống ăn mòn khác).
- Ống luồn dây kim loại cứng.
- Ống luồn dây kim loại trung bình.
- Ống kim loại kỹ thuật điện.
- Ống luồn dây kim loại mềm, chiều dài 6 ft hoặc ngắn hơn.
- Vỏ kim loại của cáp AC.
- Vỏ kim loại của loại cáp cách điện bằng chất vô cơ.
- Vỏ cáp MC.
- Khay cáp.
- Bus cáp.
- Các mương cáp kim loại khác có tính dẫn điện.

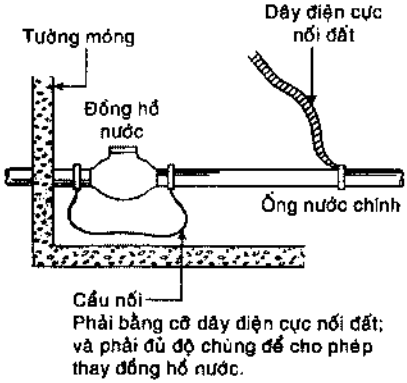
Các dây điện cực nối đất có thể được lắp trong:

- Ống luồn dây kim loại cứng.
- Ống luồn dây kim loại trung bình.
- Ống luồn dây phi kim, cứng.
- Ống kim loại kỹ thuật điện.
- Vỏ cáp.

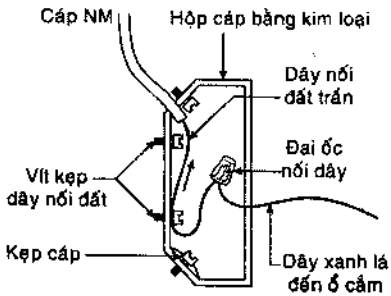
Các dây điện cực nối đất là dây đồng số 6 AWG hoặc lớn hơn có thể được lắp trực tiếp với bề mặt tòa nhà và không cần đặt trong mương cáp, trừ khi có khả năng bị va đập.

CÁC NỐI KẾT TIẾP ĐẤT

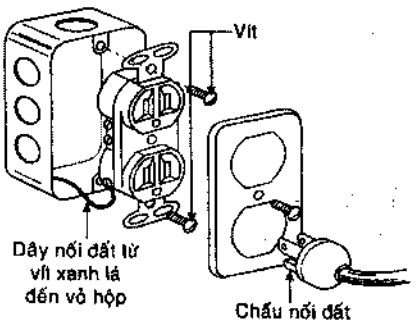
Mối nối giữa dây điện cực nối đất và điện cực nối đất phải dễ tiếp cận, chắc chắn, và hiệu quả, vì sự an toàn của toàn bộ hệ thống điện thường phụ thuộc vào mối nối này.



Hình 8-6. Cách liên kết xung quanh đồng hồ nước.



Hình 8-7. Cách liên kết hộp kim loại với cáp NM.



Hình 8-8. Cách liên kết ổ cắm điện

Những nơi sử dụng hệ thống ống kim loại làm điện cực nối đất, tất cả các mối nối cách điện hoặc các phần có thể tháo để bảo trì phải được lắp cầu nối xung quanh chúng. Cầu nối phải bằng dây điện cực nối đất (Hình 8-6).

Tất cả các mối nối tiếp đất phải được thực hiện theo phương pháp đã nêu, và chúng phải bền vững và chắc chắn.

Nếu thực hiện mối nối tiếp đất trong những khu vực có khả năng bị va đập, cần phải có biện pháp bảo vệ chúng.

Nếu có nhiều dây nối đất trong hộp điện, tất cả chúng phải được nối kết. Sự nối kết này phải được thực hiện sao cho việc tháo thiết bị bất kỳ không ảnh hưởng đến mối nối. Các nối kết tiếp đất không được thực hiện một cách cẩu thả, mà phải xoắn chặt (Hình 8-7).

Các hộp kim loại phải được nối với dây tiếp đất, dù chúng sử dụng ống luồn dây làm dây nối đất hoặc có dây nối đất riêng (Hình 8-8).

Phải loại bỏ toàn bộ lớp sơn hoặc các chất lạ ra khỏi khu vực nối kết dây tiếp đất.

NHIỀU ĐƯỜNG DẪN

Nếu việc sử dụng nhiều đường dây tiếp đất sẽ gây ra sự cố (trong một số trường hợp, ví dụ, khi nhiều bảng điện có lắp cầu nối

chính để đưa mạch điện qua hệ thống nối đất), bạn có thể thực hiện một trong các bước sau:

1. Làm gián đoạn một hoặc nhiều vị trí tiếp đất.
2. Thay đổi vị trí của các mối nối tiếp đất.
3. Làm gián đoạn đường dẫn của dòng nối đất gây trở ngại.
4. Áp dụng các biện pháp được cơ quan có thẩm quyền chấp thuận (thanh tra điện ở địa phương).

Không thể sử dụng các bước 1 - 4 nêu trên để biện minh cho mọi thiết bị không tiếp đất được nối kết với hệ thống.

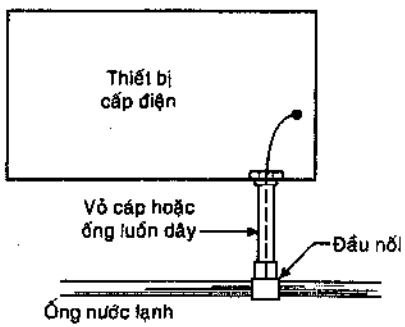
Các *hệ thống điện một chiều (dc)* có yêu cầu nối đất phải thực hiện mối nối tiếp đất tại một hoặc nhiều trạm cung cấp. Không được thực hiện các nối kết này tại dây cấp điện riêng hoặc tại hệ thống điện trong tòa nhà. (Nếu nguồn điện dc được đặt trong tòa nhà, có thể thực hiện mối nối tiếp đất tại phương tiện cắt mạch đầu tiên hoặc thiết bị bảo vệ quá dòng).

CÁC NỐI KẾT ĐỐI VỚI HỆ THỐNG AC

Các hệ thống điện xoay chiều (ac) được yêu cầu nối đất phải có dây điện cực nối đất tại mỗi thiết bị cấp điện nối với điện cực nối đất. Dây điện cực nối đất phải nối với dây cấp điện được nối đất tại vị trí dễ tiếp cận, giữa phía tải của thiết bị cấp điện và cực nối đất (Hình 8-9).

Nếu biến áp cấp điện cho phụ tải được đặt bên ngoài tòa nhà, phải thực hiện mối nối riêng giữa dây cấp điện được nối đất và điện cực nối đất, tại biến áp hoặc tại vị trí khác bên ngoài tòa nhà.

Không nối kết điện cực tiếp đất trên phía tải của phương tiện cắt nguồn điện. (Sự nối đất trên phía tải đôi khi tạo ra các vòng dòng điện đất nguy hiểm và khó hiểu).



Hình 8-9. Vị trí nối đất chính xác

Nếu hệ thống ac vận hành ở điện áp dưới 1000 volt được nối đất, dây nối đất phải chạy đến mọi phương tiện cắt nguồn điện và

liên kết với từng vỏ của phương tiện cắt nguồn. Dây này phải chạy theo các dây pha và không được nhỏ hơn dây điện cực nối đất (theo *Bảng 250.94* của NEC). Nếu các dây pha lớn hơn dây đồng 1100 kcmil hoặc dây nhôm 1750 kcmil, dây nối đất ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện của dây pha lớn nhất. Nếu các dây cấp điện được mắc song song, kích cỡ của dây nối đất phải được căn cứ vào tiết diện tổng của bộ dây pha lớn nhất.

Khi nhiều phương tiện cắt nguồn được bố trí thành bộ, chỉ cần chạy một dây dẫn được nối đất đến và nối với vỏ thiết bị cấp điện.

HAI HOẶC NHIỀU TÒA NHÀ CHUNG DÂY CẤP ĐIỆN CHÍNH

Nếu hai hoặc nhiều tòa nhà được cấp điện từ một nguồn, hệ thống nối đất trong mỗi tòa nhà phải có điện cực tiếp đất riêng nối với vỏ của phương tiện cắt nguồn của tòa nhà đó. Điện cực nối đất của mỗi tòa nhà phải nối kết với dây cấp điện được nối đất trên phía tải của phương tiện cắt nguồn điện.

Điện cực nối đất là không cần thiết trong các tòa nhà biệt lập chỉ có một mạch nhánh không yêu cầu nối đất.

Nơi có hai hoặc nhiều tòa nhà được cấp điện bằng đường dây đi ngầm dưới đất, mỗi tòa nhà phải có một điện cực tiếp đất nối với phương tiện cắt nguồn của tòa nhà. Điện cực nối đất là không bắt buộc đối với các tòa nhà biệt lập chỉ có một mạch nhánh, mà mạch nhánh này không yêu cầu nối đất.

PHƯƠNG TIỆN CẮT NGUỒN TRONG TÒA NHÀ KHÁC

Khi nhiều tòa nhà chịu sự quản lý chung và các thiết bị cắt nguồn đặt ở xa, phải đáp ứng các điều kiện sau:

1. Dây trung tính chỉ nối với điện cực nối đất tại tòa nhà thứ nhất.
2. Các tòa nhà có nhiều mạch nhánh phải có điện cực nối đất (nhưng chỉ dây trung tính của tòa nhà thứ nhất được nối với điện cực nối đất). Dây nối đất thiết bị từ tòa nhà thứ nhất phải chạy đến tòa nhà thứ hai trong nhóm này cùng với các dây pha và được nối với điện cực tiếp đất như đã trình bày.
3. Dây nối đất phải nối với điện cực tiếp đất trong hộp nối đặt ngay bên trong hoặc ngay bên ngoài tòa nhà.
4. Nếu có thú nuôi, dây nối đất đi ngầm dưới đất phải được cách điện.

Kích cỡ dây nối đất phải phù hợp với *Bảng 250.122* của NEC.

HỆ THỐNG CHUYÊN BIỆT

Các hệ thống chuyên biệt là hệ thống không lấy điện từ nguồn điện lưới của công ty điện lực. Trong hầu hết trường hợp, hệ thống riêng biệt ứng dụng nguồn điện này là máy biến áp. Phía sơ cấp của máy biến áp có thể được nối kết với lưới điện, nhưng phía thứ cấp là hệ thống chuyên biệt và phải được nối đất như một nguồn điện mới. Khi các hệ thống chuyên biệt phải được nối đất (vài loại không yêu cầu nối đất, chủ yếu do chúng cung cấp điện rất hạn chế), các yêu cầu sau đây phải được đáp ứng:

1. Phải sử dụng cầu nối để nối dây tiếp đất của thiết bị trong hệ thống chuyên biệt với dây dẫn được nối đất. Có thể thực hiện nối kết này ở vị trí bất kỳ giữa phương tiện cắt mạch và nguồn điện, hoặc tại nguồn của hệ thống chuyên biệt, nếu hệ thống này không có thiết bị bảo vệ quá dòng hoặc phương tiện cắt mạch. Cầu nối không được nhỏ hơn dây điện cực nối đất (theo *Bảng 250.66* của NEC). Nếu các dây pha lớn hơn dây đồng 1100 kcmil hoặc dây nhôm 1750 kcmil, cầu nối ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện dây pha lớn nhất. Nếu các dây cấp điện được mắc song song, kích cỡ cầu nối phải được căn cứ vào tiết diện tổng của bộ dây pha lớn nhất.
2. Phải sử dụng dây điện cực tiếp đất để nối dây dẫn được nối đất của hệ thống chuyên biệt với điện cực nối đất. Có thể thực hiện nối kết này ở vị trí bất kỳ giữa phương tiện cắt mạch và nguồn điện, hoặc tại nguồn của hệ thống chuyên biệt nếu hệ thống này không có thiết bị bảo vệ quá dòng hoặc phương tiện cắt mạch. Kích cỡ dây điện cực nối đất phải được xác định theo *Bảng 250.94* của NEC. Nếu các dây pha lớn hơn dây đồng 1100 kcmil hoặc dây nhôm 1750 kcmil, dây điện cực tiếp đất ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện dây pha lớn nhất. Nếu các dây cấp điện được mắc song song, kích cỡ dây điện cực nối đất phải được căn cứ vào tiết diện tổng của bộ dây pha lớn nhất. (Các mạch thuộc Loại 1 lấy điện từ biến áp có định mức 1000 VA trở xuống không yêu cầu điện cực tiếp đất, nếu dây nối đất của hệ thống liên kết với vỏ máy biến áp được nối đất).
3. Điện cực tiếp đất phải lắp gần phương tiện cắt nguồn đến mức có thể. Điện cực tiếp đất này có thể là một trong các vật sau:

a. Phần kim loại kết cấu gần nhất của công trình được chôn dưới đất.

b. Ống nước bằng kim loại gần nhất chôn ngầm dưới đất.

c. Điện cực, thường là dây đồng trần số 4AWG (tối thiểu) hoặc thanh tăng cường, ít nhất phải dài 20 ft và toàn bộ chiều dài này phải tiếp xúc trực tiếp với đất. Nếu sử dụng thanh tăng cường, thanh này phải có đường kính tối thiểu là 0,5 inch.

d. Vòng dây đồng trần số 2AWG (tối thiểu), ít nhất phải dài 20 ft và chôn sâu 2,5 ft, bao quanh công trình.

e. Thanh nối đất, điện cực tấm, hoặc điện cực thích hợp.

TRUNG TÍNH NỐI ĐẤT TRỞ KHÁNG CAO

Những nơi cho phép hệ thống trung tính trở kháng cao (xem *Phần 250.36* của NEC), phải tuân thủ các quy định sau:

1. Trở kháng nối đất phải được lắp giữa điện cực nối đất và dây trung tính.
2. Dây trung tính phải được cách điện đầy đủ.
3. Trung tính của hệ thống không được có nối kết nào khác với đất, ngoại trừ qua trở kháng.
4. Dây trung tính giữa nguồn điện của hệ thống và trở kháng tiếp đất có thể chạy trong mương cáp riêng.
5. Dây nối giữa các dây tiếp đất của thiết bị và trở kháng tiếp đất (cầu nối thiết bị) phải không được chắp nối từ phương tiện cắt mạch của hệ thống chính đến phía nối đất của trở kháng.
6. Có thể nối dây điện cực tiếp đất với dây dẫn được nối đất tại vị trí bất kỳ giữa trở kháng tiếp đất và các nối kết tiếp đất của thiết bị.

CÁC HỘP ĐI DÂY

Tất cả các hộp kim loại phải được nối đất, ngoại trừ:

1. Hộp kim loại dùng cho các dây dẫn bổ sung của mạng điện kiểu puli-và-ống, mạng điện hở, hoặc các hệ thống cáp bọc trong vỏ phi kim không có dây nối đất thiết bị. Các đường dây này có thể dài không quá 25 ft và phải được bảo vệ để không tiếp xúc với các vật liệu nối đất bất kỳ.

2. Hộp kim loại ngắn dùng để bảo vệ các đường cáp.
3. Khi được sử dụng với các mạch thuộc Loại 1, 2, 3, và mạch phát tín hiệu báo cháy.

TRANG THIẾT BỊ

Tất cả các phần kim loại lộ ra ngoài của của trang thiết bị, không mang dòng điện, nhưng có khả năng tiếp xúc với dòng điện đều phải nối đất trong các trường hợp sau:

1. Trang thiết bị ở trong phạm vi 8 ft theo chiều đứng hoặc 5 ft theo chiều ngang so với dây đất hoặc bề mặt kim loại được nối đất mà con người có thể tiếp xúc.
2. Trang thiết bị được lắp tại vị trí ẩm ướt, trừ khi được cách điện.
3. Trang thiết bị tiếp xúc với kim loại khác.
4. Trang thiết bị ở trong khu vực nguy hiểm.
5. Hộp đi dây được lắp đặt theo phương pháp đi dây mà cung cấp đường tiếp đất cho thiết bị (ví dụ, mương cáp kim loại, cáp có vỏ kim loại,...).
6. Thiết bị vận hành ở điện áp trên 150 V so với đất, ngoại trừ:
   a. Các công tắc không sử dụng hoặc các hộp đi dây chỉ cho phép người có trách nhiệm tiếp cận.
   b. Khung cách điện của lò điện (phải có giấy phép đặc biệt).
   c. Các máy biến áp (và trang thiết bị phân phối khác) được lắp cao hơn mặt đất trên 8 ft.
   d. Trang thiết bị được cách điện kép hợp quy.

Các loại thiết bị sau đây phải được nối đất, bất kể điện áp:

1. Tất cả các bảng điện, ngoại trừ bảng điện dc 2-dây có cách điện.
2. Khung máy phát điện và động cơ, trừ khi máy phát điện được cách ly với động cơ của chúng và mặt đất.
3. Khung động cơ.
4. Vỏ thiết bị điều khiển động cơ, ngoại trừ thiết bị di động không nối đất hoặc nắp che có lớp lót của công tắc tác động nhanh.
5. Thang máy và cần trục.
6. Trang thiết bị điện trong ga-ra, rạp hát, và xưởng phim, ngoại trừ các giá đèn treo vận hành ở điện áp 150 volt hoặc thấp hơn.

7. Bảng hiệu điện.
8. Trang thiết bị chiếu phim.
9. Trang thiết bị lấy điện từ các mạch thuộc Loại 1, 2, 3, và mạch phát tín hiệu báo cháy, ngoại trừ các vị trí được quy định khác.
10. Bơm nước vận hành bằng động cơ điện.
11. Các bộ phận kim loại của cần trục, thang máy, xe nâng, nhà di động, phương tiện giải trí, và các vách ngăn bằng kim loại xung quanh thiết bị có điện áp trên 100 V giữa các dây dẫn.

Trừ khi có phép đặc biệt, mọi thiết bị nối kết bằng dây-và-phích cắm đều phải được nối đất.

Các bộ phận kim loại không mang điện (mương cáp, khung,...) đều phải cách xa các dây dẫn sét và kim thu sét ít nhất là 6 ft.

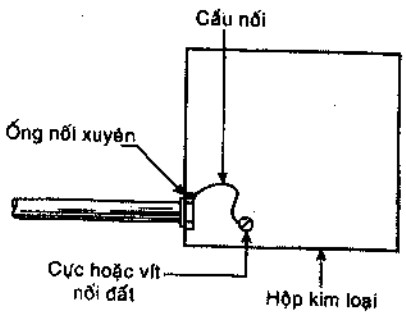
CÁC PHƯƠNG PHÁP NỐI ĐẤT

Các mối nối đất thiết bị phải được thực hiện như sau:

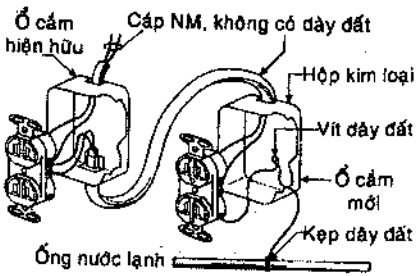
1. Đối với hệ thống có nối đất. Liên kết dây nối đất thiết bị và dây cấp điện chính được nối đất với dây điện cực nối đất (Hình 8-10).
2. Đối với hệ thống không nối đất. Nối dây tiếp đất thiết bị với dây điện cực nối đất.

Các ổ cắm nối đất thay cho ổ cắm không nối đất có thể được liên kết với ống nước đi ngầm dưới đất (Hình 8-11).

Nếu hộp hiện hữu không có dây nối đất, có thể thay ổ cắm không nối đất bằng ổ cắm GFI. Tuy nhiên, phải hết sức cẩn thận,



Hình 8-10. Cách liên kết hệ thống được nối đất.



Hình 8-11. Phương pháp bổ sung ổ cắm nối đất vào nguồn không nối đất.

không được nối dây tiếp đất từ ổ cắm GFI với dây đất trên phía tải của GFI. Điều này sẽ làm mất tính an toàn của hệ thống điện.

Đường dây từ thiết bị và các vỏ kim loại đến đất phải:

1. Cố định và liên tục.
2. Có đủ khả năng tải dòng điện rò bất kỳ.
3. Có trở kháng đủ thấp để không giới hạn điện áp so với đất.

Không được sử dụng mặt đất làm đường dẫn tiếp đất duy nhất. (Nói cách khác, bạn không thể nối đất bằng cách gắn dây điện vào vỏ của linh kiện cần nối đất và cắm đầu dây điện còn lại vào đất).

Mỗi tòa nhà chỉ được phép có một điện cực nối đất. Hai hoặc nhiều điện cực nối đất liên kết với nhau được xem như một điện cực tiếp đất.

Vỏ kim loại của cáp cấp điện đi ngầm dưới đất chỉ được xem là đã nối đất khi chúng tiếp xúc với đất và liên kết với hệ thống đi ngầm. Không cần nối chúng với dây điện cực nối đất hoặc điện cực nối đất. Điều này cũng áp dụng cho dây cáp đi ngầm dưới đất trong ống luồn dây kim loại và liên kết với hệ thống đi ngầm.

Các bộ phận kim loại không mang điện của thiết bị, mương cáp, và các kết cấu yêu cầu nối đất khác có thể đáp ứng quy định này bằng cách nối chúng với dây tiếp đất của thiết bị tương ứng.

Thiết bị điện được xem đã nối đất nếu chúng gắn chặt với các giá kim loại được nối đất hoặc kết cấu được thiết kế để nâng đỡ thiết bị. Thiết bị gá lắp trên khung kim loại của tòa nhà *không* được xem là được nối đất thỏa đáng.

Ngoại trừ những nơi được phép đặc biệt, không được sử dụng dây trung tính để nối đất thiết bị trên phía tải của bộ cắt nguồn.

Nếu được nối với nhiều hệ thống điện, thiết bị phải có nối đất riêng đối với mỗi hệ thống.

SỰ LIÊN KẾT

Sự liên kết chỉ là sự nối kết các bộ phận kim loại để tạo thành hệ thống tiếp đất hoàn chỉnh. Sự liên kết là cần thiết để duy trì tính liên tục của hệ thống tiếp đất; đây cũng là biện pháp bảo vệ quan trọng để chống các xung điện áp do sét hoặc dòng điện rò.

Sau đây là các bộ phận của trang thiết bị cấp điện phải được liên kết với nhau:

1. Các mương cáp, khay cáp, vỏ kim loại của dây cáp.
2. Các vỏ bao che, khớp nối đồng hồ,...
3. Mương cáp hoặc vỏ kim loại bao bọc dây điện cực nối đất.

Ngoài ra phải dự phòng cho sự liên kết các hệ thống khác (điện thoại, tuyền hình cáp,...). Điều này có thể thực hiện bằng một trong các phương pháp sau:

1. Mương cáp kim loại được nối đất.
2. Dây điện cực nối đất.
3. Phương pháp hợp quy khác, chẳng hạn, kéo dài dây nối đất riêng từ ống đi dây cấp điện chính đến thanh cực nối.

Các bộ phận khác của trang thiết bị cấp điện phải được liên kết với nhau bằng một trong các phương pháp sau:

1. Liên kết các bộ phận với dây cấp điện được nối đất.
2. Thực hiện nối kết với ống luồn dây kim loại cứng hoặc trung bình bằng khớp nối có ren hoặc khớp nối kín không ren và các đầu nối. Các nối kết bằng ống xuyên và đai ốc khóa bình thường là *không* thỏa đáng.
3. Nối kết các cầu nối giữa các linh kiện khác nhau.
4. Sử dụng các ống xuyên hoặc đai ốc khóa nối đất, với dây dẫn liên kết các linh kiện khác nhau.

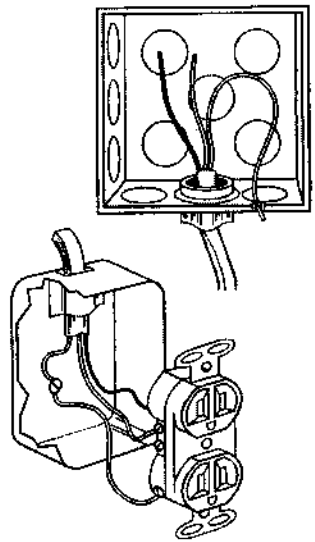
Các mương cáp kim loại và cáp có vỏ kim loại dùng cho các mạch điện vận hành ở điện áp trên 250 V so với đất phải được liên kết theo phương pháp được áp dụng cho thiết bị cấp điện, như đã nêu trên. (Ngoại trừ sự nối kết với dây cấp điện được nối đất).

Nếu dây trung tính không có cách điện của cáp cấp điện tiếp xúc trực tiếp với vỏ kim loại của cáp, vỏ dây cáp được xem như đã nối đất, không cần thêm nối kết nào nữa.

Cực nối đất của ổ cắm phải được liên kết với hộp kim loại bằng một trong các phương pháp sau (xem Hình 8-12):

1. Nối kết bằng cầu nối.
2. Vít và tai ổ cắm là được phép đối với mục đích này.
3. Bằng sự tiếp xúc trực tiếp kim loại - kim loại giữa vỏ hộp và tai ổ cắm. (*Chỉ* áp dụng cho các vỏ hộp lắp bề mặt (lắp nổi)).
4. Bằng sự nối kết với hệ thống nối đất riêng biệt, nơi cần loại bỏ nhiễu điện trong các mạch điện nhạy cảm.

Tất cả các bộ phận điện được phép đóng vai trò dây dẫn của thiết bị phải ăn khớp với nhau để bảo đảm tính liên tục của dòng điện. Chúng *phải* được liết kết tốt. Những hệ thống này bao gồm các mương cáp kim loại, khay cáp, vỏ kim loại của dây cáp, vỏ hộp, khung sườn, và các khớp nối.



Hình 8-12. Vỏ hộp được liên kết bằng kẹp (trên);

Tất cả các mương cáp bằng kim loại phải có tính liên tục về điện. Điều này yêu cầu sự quan tâm đặc biệt đối với các điểm giãn nở và điểm gián đoạn khác.

Các cầu nối chính nối kết dây cấp điện có nối đất và vỏ thiết bị cấp điện. Sự nối kết này phải thực hiện theo các hướng dẫn do nhà sản xuất thiết bị điện cung cấp. Cầu nối chính không được nhỏ hơn dây điện cực nối đất (theo *Bảng 250.66* của NEC). Nếu các dây pha lớn hơn dây đồng 1100 kcmil hoặc dây nhôm 1750 kcmil, cầu nối ít nhất phải bằng 12,5% tiết diện dây pha lớn nhất. Nếu các dây cấp điện được mắc song song, kích cỡ cầu nối phải được căn cứ vào tiết diện tổng của bộ dây pha lớn nhất.

Cầu nối thiết bị trên phía tải của dây cấp điện phải được xác định kích cỡ theo *Bảng 250.122* của NEC, dựa vào mức quá dòng lớn nhất để bảo vệ các dây dẫn trong mương cáp hoặc ống luồn dây.

Cầu nối nêu trên có thể ở trong hoặc ngoài thiết bị được nối kết. Nếu lắp bên ngoài, cầu nối không được dài hơn 6 ft và phải chạy dọc theo thiết bị.

Các hệ thống ống nước trong nhà phải được liên kết với một trong các bộ phận sau đây:

1. Vỏ thiết bị cấp điện.
2. Dây dẫn được nối đất (chỉ trong bộ dây cấp điện).
3. Dây điện cực tiếp đất (trừ khi dây này quá nhỏ).
4. Điện cực tiếp đất.

Cầu nối nêu trên phải được xác định kích cỡ theo *Bảng 250.122* của NEC.

Ngoài ra, các hệ thống ống kim loại có thể tiếp xúc với điện cũng phải được liên kết. Kích cỡ cầu nối này phải được dựa vào *Bảng 250.122* của NEC, theo định mức của mạch điện có khả năng tiếp xúc với hệ thống ống.

CÁC QUY ĐỊNH KHÁC

Tất cả các khí cụ và thiết bị ở trong hoặc trên bảng điện đều phải được nối đất.

Khi điện áp sơ cấp của biến áp công cụ vượt quá 300 V, và biến áp này có thể tiếp xúc với những người không có nghiệp vụ, chúng phải được nối đất. Nếu không có khả năng tiếp xúc với những người không có chuyên môn, chúng không cần nối đất, trừ khi điện áp sơ cấp trên 1000 V.

Vỏ biến áp công cụ phải được nối đất, nếu chúng có thể tiếp xúc với những người không có chuyên môn.

Các hệ thống cao áp có yêu cầu nối đất phải đáp ứng các quy định nối đất như hệ thống hạ áp. (Xem *Phần 250.184* của NEC để biết các ngoại lệ).

BỘ CHỐNG SÉT LAN TRUYỀN

Các bộ chống sét lan truyền được sử dụng để gởi các điện áp xung (điện áp cao bất thường do sét đánh gần đó gây ra) trực tiếp xuống đất, thay vì cho phép chúng ảnh hưởng đến hệ thống điện trong nhà. Các thiết bị này vô cùng quan trọng trong một số trường hợp (Hình 8-13).

Sau khi lắp đặt, thiết bị chống sét lan truyền phải được nối với tất cả các dây dẫn không nối đất.

Định mức thiết bị chống sét lan truyền dùng cho các mạch điện *dưới* 1000V phải bằng hoặc lớn hơn điện áp làm việc của mạch được chúng bảo vệ.

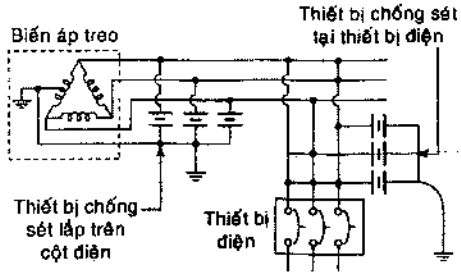
Định mức thiết bị chống sét lan truyền dùng cho các mạch điện *trên* 1000V ít nhất phải bằng 125% điện áp làm việc của mạch điện được chúng bảo vệ.

Các thiết bị chống sét lan truyền có thể lắp trong nhà hoặc ngoài trời. Trừ khi được phép đặc biệt, chúng phải được lắp đặt ở những nơi không thể tiếp xúc với người không có chuyên môn.

Các dây nối thiết bị chống sét với hệ thống được bảo vệ phải ngắn đến mức tối đa.

Tất cả các thiết bị chống sét lan truyền phải được nối với một trong các điểm sau:

1. Cực nối đất của thiết bị.
2. Dây cấp điện được nối đất.
3. Dây điện cực nối đất.
4. Điện cực nối đất.



Hình 8-13. Cách nối kết thiết bị chống sét lan truyền.

Đối với các dây cấp điện có điện áp 1000 V trở xuống, kích cỡ tối thiểu của các dây nối thiết bị chống sét lan truyền là dây đồng số 14 AWG hoặc dây nhôm số 12 AWG.

Đối với các dây cấp điện có điện áp trên 1000 V, kích cỡ tối thiểu của các dây nối thiết bị chống sét lan truyền là dây đồng hoặc nhôm số 6 AWG.

Khi các mạch điện được cung cấp 1000 V hoặc hơn và dây nối đất của thiết bị chống sét bảo vệ biến áp cấp điện cho hệ thống phân phối thứ cấp, cần thực hiện một trong các điều sau đây:

1. Nếu hệ thống phân phối thứ cấp được nối với hệ thống ống nước kim loại đi ngầm dưới đất, thiết bị chống sét lan truyền phải nối với dây trung tính thứ cấp.
2. Nếu phía thứ cấp không nối kết với hệ thống ống nước kim loại đi ngầm dưới đất, phải nối thiết bị chống sét lan truyền với dây trung tính thứ cấp qua thiết bị kiểu khe phóng điện (chống sét van). (Xem *Phần 280.24(B)* của NEC về đặc tính kỹ thuật của thiết bị kiểu khe phóng điện).

GIẤY PHÉP ĐẶC BIỆT

Trong các trường hợp đặc biệt, người có thẩm quyền (thường là thanh tra điện địa phương) có thể cấp giấy phép cho các nối đất không được ghi trong NEC. Tuy nhiên, điều này chỉ được thực hiện trong các điều kiện rất đặc biệt.

Chương 9

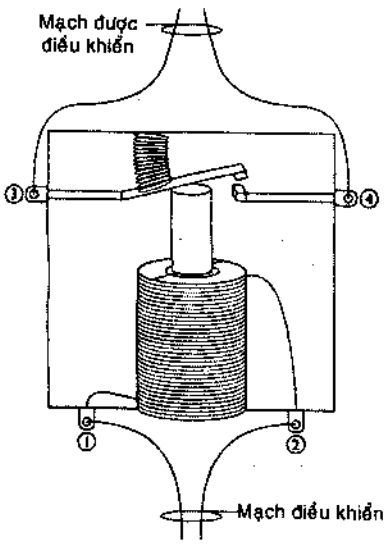
CÔNG-TẮC-TƠ VÀ RƠ-LE

Nhiều loại thiết bị điều khiển điện được sử dụng để tạo thành các mạch điện phức tạp. Chúng trải rộng từ các công tắc trạng thái rắn nhỏ xíu đến các máy cắt khổng lồ mà công ty điện lực sử dụng để hòa điện lên lưới hoặc tách máy phát điện khỏi lưới điện.

Tuy nhiên, trong hầu hết ứng dụng thương mại và công nghiệp, thiết bị điều khiển thường có kích cỡ trung bình và thuộc loại tiêu chuẩn.

RƠ-LE

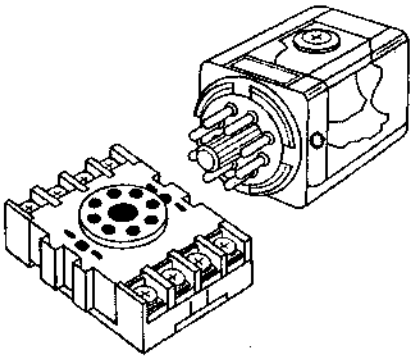
Các rơ-le có lẽ là quan trọng và thông dụng nhất trong tất cả các thiết bị điều khiển điện. Rơ-le sử dụng dòng điện từ nguồn nào đó để điều khiển một mạch điện khác theo các nguyên lý điện, từ, và cơ. Hình 9-1 minh họa sơ đồ rơ-le căn bản. Mạch điều khiển rơ-le được nối với các cực 1 và 2, còn mạch điện được điều khiển nối với các cực 3 và 4. Khi mạch điều khiển được cấp năng lượng, dòng điện sẽ lưu thông qua cuộn từ đang nối kết với các cực 1 và 2; điều này sẽ làm *solenoid* tạo ra lực hút và đóng công tắc, hoàn chỉnh mạch điện được điều khiển.



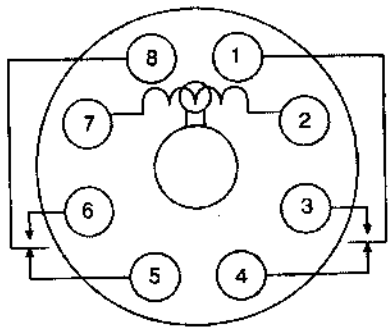
Hình 9-1. Rơ-le căn bản.

Solenoid chỉ là một cuộn dây đồng nhỏ, và một thanh sắt trượt ra và vào trong khoảng trống giữa cuộn dây này. Dưới tác dụng của lò xo nhỏ, thanh sắt luôn luôn bị đẩy lên (duy trì công tắc hở mạch), trừ khi solenoid được cấp năng lượng. Khi được cấp năng lượng, solenoid trở thành nam châm điện và hút thanh sắt vào trong cuộn dây.

Hình 9-2 minh họa loại rơ-le điều khiển thông dụng nhất, còn gọi là *rơ-le tám chân*, vì chúng có tám cực để cắm vào đế rơ-le, nơi



Hình 9-2. Rơ-le điều khiển.

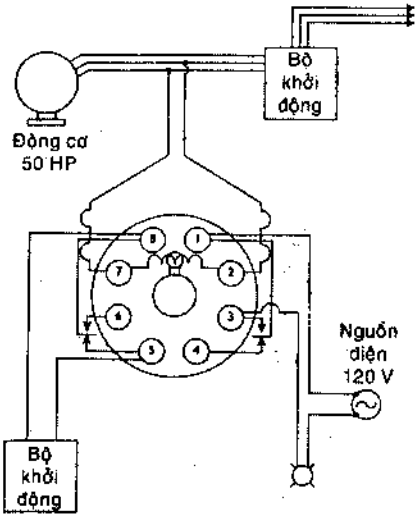


Hình 9-3. Rơ-le tám chân

nối kết các dây điện. Loại rơ-le này rất nhỏ, chỉ cao khoảng 7,5 cm kể cả vỏ, tương đối rẻ và dễ kiếm. Hình 9-3 minh họa sơ đồ mạch của loại rơ-le tám chân, cùng với sự mô tả mỗi ký hiệu trên sơ đồ. Mạch cấp năng lượng cho cuộn dây rơ-le (mạch điều khiển) nối với các cực 2 và 7. Các cực 1 và 8 có thể gọi là cực *chung* (vì chúng chung cho hai bộ tiếp điểm), 6 và 3 là các tiếp điểm *thường mở*, còn 4 và 5 là các tiếp điểm *thường đóng*.

Nguyên lý hoạt động của rơ-le này như sau, sử dụng các tiếp điểm 1, 3, và 4 để giải thích: Khi được cấp năng lượng qua các cực 2 và 7, cuộn dây rơ-le hoạt động, và các tiếp điểm khác nhau trong rơ-le sẽ mở hoặc đóng. Tiếp điểm 3 không chạm tiếp điểm 1 trước khi năng lượng đến cuộn dây (tiếp điểm thường mở); nhưng khi cuộn dây có năng lượng, các tiếp điểm này đóng, hoàn chỉnh mạch điện có các tiếp điểm 1 và 3. Trước khi cuộn dây rơ-le được cấp năng lượng, các tiếp điểm 1 và 4 tiếp xúc với nhau (tiếp điểm thường đóng); tuy nhiên, khi cuộn dây rơ-le được cấp năng lượng, các tiếp điểm này tách ra và làm gián đoạn dòng điện truyền qua chúng.

Hình 9-4 minh họa rơ-le tám chân đang sử dụng trong mạch điện. Rơ-le này được điều khiển theo động cơ 50 mã lực trong nhà máy. Khi động cơ ngừng hoạt động, cuộn dây rơ-le chưa được cấp năng lượng; cuộn dây này chỉ có năng lượng khi động cơ được kích hoạt bằng bộ khởi động. Khi động cơ hoạt động, cuộn dây rơ-le sẽ có năng lượng, các tiếp điểm 1 và 3 đóng. Tác động này làm đèn báo sáng, và người quản đốc của nhà máy (đang ở vị trí cách xa) sẽ biết động cơ đó đã được khởi động và đang chạy. Trước khi năng lượng đến cuộn dây rơ-le, các tiếp điểm 5 và 8 tiếp xúc với nhau;



Hình 9-4. Rơ-le tám chân trong mạch điện.

nhưng khi rơ-le được cấp năng lượng, các tiếp điểm này tách ra, làm gián đoạn mạch điện đi qua chúng. Trong trường hợp này, khi các tiếp điểm 5 và 8 mở, chúng làm gián đoạn mạch điện điều khiển động cơ khác trong nhà máy. Vì lý do an toàn, động cơ này phải ngừng hoạt động khi động cơ thứ nhất đang vận hành. Khi các tiếp điểm 5 và 8 hở, mạch điều khiển động cơ thứ hai sẽ bị gián đoạn, và động cơ ngừng hoạt động.

Rơ-le tám chân trên Hình 9-4 là tiêu biểu cho tất cả các rơ-le, dù chúng có nhiều hình dạng và kích cỡ, tùy theo ứng dụng. Khi chọn rơ-le, bạn cần lưu ý, điện áp và dòng điện vận hành không được vượt quá các định mức của chúng. Khi lắp rơ-le bất kỳ sử dụng điện áp dân dụng, bạn cần lắp chúng trong hộp chống cháy.

Các rơ-le vừa được trình bày thường gọi là rơ-le *điều khiển*. Các rơ-le cùng loại nhưng lớn hơn đôi khi được gọi là rơ-le *công suất*. Ngoài các loại này còn có nhiều loại rơ-le khác. Sau đây là một số rơ-le thông dụng:

- **Rơ-le dòng điện**. Các rơ-le này được chế tạo đặc biệt để ngắt mạch khi dòng điện xuất hiện trong mạch điều khiển đạt đến giá trị nhất định. Chúng thường được dùng với hệ thống thủy lực. Loại rơ-le thường đóng được sử dụng trong mạch động cơ dùng cho bơm thủy lực; khi bơm mang tải toàn phần (kéo dòng điện toàn tải), rơ-le nhả, làm hở mạch điện và ngừng động cơ.
- **Rơ-le thời trễ**. Cung cấp thời gian trễ từ vài giây đến vài phút, tính từ thời điểm solenoid hút vào và thời điểm mở hoặc đóng các tiếp điểm. Mặc dù không cần thiết cho mọi ứng dụng, nhưng đặc tính này có thể rất hữu ích. Một số rơ-le được chế tạo dưới dạng rơ-le định giờ; một số rơ-le điều khiển hoặc rơ-le công suất được chế tạo để tiếp nhận các phụ kiện định giờ, có thể điều chỉnh thời gian trễ.

- **Rơ-le tiếp xúc tạm thời.** Những rơ-le được trình bày trong các phần trước là rơ-le *duy trì*. Nghĩa là khi rơ-le được kích hoạt, các tiếp điểm sẽ đóng hoặc mở và duy trì trạng thái này. Các rơ-le tiếp xúc *tạm thời* lại khác, khi được kích hoạt, chúng thực hiện hoặc phá vỡ sự tiếp xúc trong thời gian ngắn rồi trở về trạng thái trước đó. Chúng rất hiệu quả khi sử dụng với các cơ cấu điều khiển khác (bộ khởi động động cơ chẳng hạn) và với các hệ thống điều khiển cần cắt năng lượng tạm thời.
- **Rơ-le cơ khí.** Rơ-le tiêu chuẩn được duy trì *bằng điện*. Nghĩa là sau khi rút vào, solenoid được giữ ở vị trí đó bằng dòng điện liên tục. Nếu dòng điện bị cắt, solenoid sẽ trở về vị trí ban đầu. Rơ-le cơ khí có cơ cấu bên trong để khóa solenoid ở vị trí sau khi rơ-le được kích hoạt, có thể cắt dòng điện mà không ảnh hưởng đến vị trí của rơ-le. Đây là đặc tính rất hữu ích, vì có thể loại bỏ tiếng ồn và sự lãng phí điện năng. Lưu ý, loại rơ-le này cần công suất để đóng và mở. Các rơ-le thông thường cần công suất để đóng, sau đó mở khi công suất không còn.
- **Rơ-le chuyển mạch.** Đây là các rơ-le tự động chuyển đổi công suất giữa hai mạch điện khác nhau. Chúng thường được sử dụng cho các mạch bơm kép và những hệ thống tương tự. Khi mạch điều khiển yêu cầu công suất (theo sự kích hoạt của các bộ cảm biến), rơ-le phân phối công suất đến bơm thứ nhất (hoặc thiết bị khác) cho đến khi mạch điều khiển tắt rơ-le. Sau đó, khi công suất được yêu cầu lại, rơ-le gởi dòng điện đến bơm thứ hai. Cứ thế, rơ-le chuyển mạch (còn gọi là *bộ đổi điện*) sẽ chuyển công suất từ mạch này sang mạch khác một cách liên tục.

Bảo trì

Vì các rơ-le có nhiều bộ phận chuyển động, sự bảo trì định kỳ là cần thiết để chúng tiếp tục vận hành tốt.

Các tiếp điểm

Sau khi rơ-le được điều chỉnh chính xác, toàn bộ công tác bảo trì chỉ là kiểm tra và làm sạch định kỳ. Không cần điều chỉnh lại rơ-le, trừ khi các kiểm tra cho thấy điều này là cần thiết. Trong hầu hết các trường hợp, rơ-le hoạt động không chính xác là do các tiếp điểm bị dơ hoặc bị oxi hóa, không phải do điều chỉnh sai.

Trong điều kiện làm việc bình thường, hầu hết các tiếp điểm sẽ

tự làm sạch. Nghĩa là chúng có xu hướng tự làm sạch trong mỗi lần kích hoạt. Tuy nhiên, trong các điều kiện nhất định, chất bẩn hoặc sản phẩm oxi hóa có thể tích tụ trên các tiếp điểm, đặc biệt là các rơ-le ít khi được kích hoạt. Khi điều này xảy ra, bạn cần làm sạch các tiếp điểm bằng dụng cụ đánh bóng chuyên dùng.

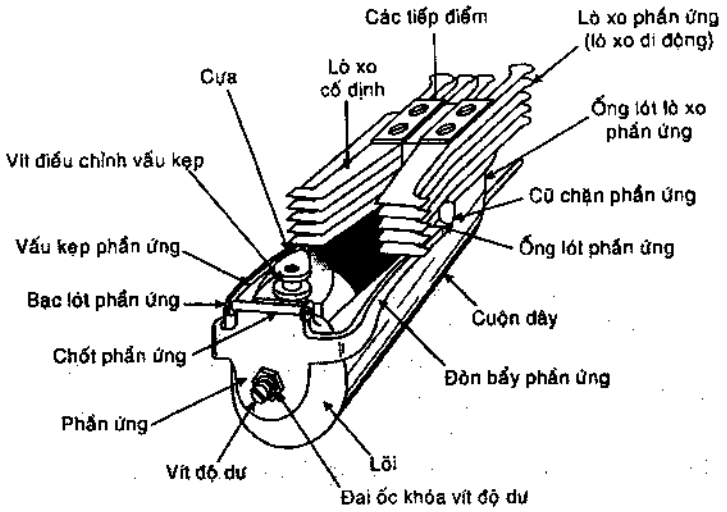
Dụng cụ đánh bóng được chế tạo bằng vật liệu mài rất mịn và được thiết kế để chỉ loại bỏ vật lạ ra khỏi tiếp điểm. Không được dùng giũa thay cho dụng cụ đánh bóng, vì ngay cả việc giũa nhẹ cũng sẽ loại bỏ lớp mạ ra khỏi tiếp điểm cùng với chất bẩn hoặc sản phẩm oxi hóa.

Khi dùng dụng cụ đánh bóng, điều quan trọng là không sử dụng lực mạnh hơn lực tiếp xúc bình thường. Nghĩa là đánh bóng rơ-le bằng tay, nhưng không tác dụng lực lên các tiếp điểm, chỉ vuốt nhẹ cho đến khi loại bỏ toàn bộ vật lạ ra khỏi các tiếp điểm.

Chú ý: Không được sử dụng các dung môi (carbon tetrachloride hoặc các dung môi tương tự khác), vì chúng sẽ để lại màng mỏng hoặc chất cặn trên các tiếp điểm.

Các kiểm tra cần thực hiện khi bảo dưỡng định kỳ bao gồm (xem Hình 9-5):

1. Kiểm tra vít độ dư bằng mắt. Ngang qua miếng cựa phải luôn luôn có khe hở nhìn thấy được (dựa vào ánh sáng và giữ ở vị trí được kích hoạt). Trong sự kiểm tra này, quan sát để xác định



Hình 9-5. Cấu tạo rơ-le.

phần ứng chuyển động tự do và không bị kẹt tại chốt hoặc vấu kẹp.

2. Kiểm tra bộ tiếp điểm bằng mắt. Khi vận hành phần ứng bằng tay, các lò xo cố định phải có sự biến dạng chút ít nhưng có thể nhận thấy được.

Điều chỉnh

Cần thực hiện sự bảo dưỡng định kỳ trước khi nỗ lực điều chỉnh rơ-le. Nếu rơ-le làm việc không thỏa đáng, có thể điều chỉnh lại rơ-le theo các hướng dẫn sau đây.

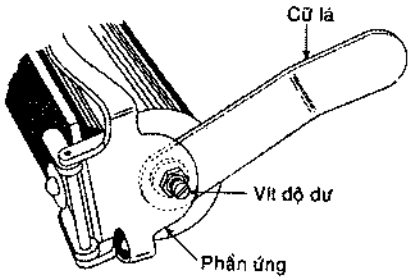
Mặc dù có nhiều loại rơ-le khác nhau, nhưng nói chung, nguyên lý vận hành và điều chỉnh căn bản này có thể áp dụng cho tất cả các loại. Cách điều chỉnh được trình bày trong phần tiếp theo bao gồm các hoạt động của loại rơ-le thông dụng trên trang thiết bị truyền thông.

Sự điều chỉnh thực sự đối với rơ-le có thể chia thành hai phần: điều chỉnh cụm phần ứng và điều chỉnh cụm tiếp điểm. Điều quan trọng là không cố gắng điều chỉnh khi không có thông số kỹ thuật của rơ-le.

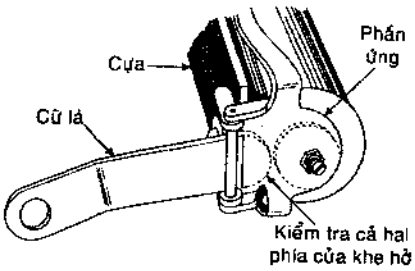
Sự điều chỉnh độ dư thường xác lập từ 0,001 đến 0,004 inch, phổ biến nhất là 0,0015 inch. Nếu điều chỉnh thấp hơn 0,001 inch, độ mòn sẽ cho phép khe hở này khít lại và gây kẹt. Nếu sử dụng giá trị độ dư trên 0,004 inch, lực hút sẽ giảm, rơ-le ít nhạy hơn với các dòng điện nhỏ. Tuy nhiên, trong một số ứng dụng, các điều chỉnh giảm khe hở được sử dụng để giảm dòng điện nhả, và các điều chỉnh nới rộng khe hở được dùng để tăng giá trị dòng điện nhả. Ví dụ, nếu dòng điện làm việc là 10 mA và dòng điện nhả đối với rơ-le là 5 mA khi điều chỉnh độ dư thông thường 0,0015 inch, việc giảm độ dư có thể giảm dòng điện nhả xuống 3 mA. Ngoài ra, tăng độ dư có thể tăng dòng điện nhả lên 7 mA.

Để điều chỉnh khe độ dư đến giá trị 0,0015 inch, bạn chèn cữ lá 0,0015 inch vào giữa phần ứng và lõi. Cữ lá không được ngăn cản đầu vít độ dư chạm vào lõi. Để thuận tiện, bạn sử dụng đầu cữ lá có lỗ và định vị sao cho vít độ dư đi qua lỗ này. Xem Hình 9-6.

Sau đó dùng tay giữ rơ-le ở vị trí được kích hoạt. Cữ lá phải vừa khít với khe hở, nhưng không bị kẹt. Nếu cữ lá bị lỏng hoặc kẹt, bạn nới lỏng đai ốc khóa và điều chỉnh vít độ dư để có khe hở chính xác. Kiểm tra lại khe hở này sau khi siết chặt đai ốc khóa.



Hình 9-6. Điều chỉnh rơ le



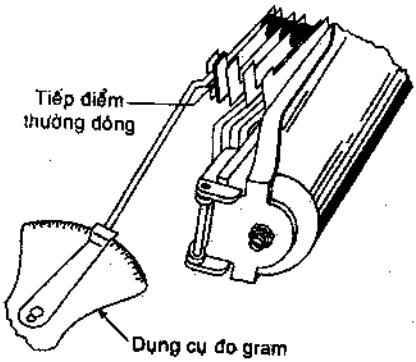
Hình 9-7. Điều chỉnh rơ le.

Đường dẫn không khí (khe hở giữa miếng cựa và phần ứng) có thể được điều chỉnh từ 0,001 đến 0,008 inch; thường là 0,003 đến 0,004 inch. Cữ lá thích hợp được chèn vào giữa miếng cựa và phần ứng; cẩn thận để không đẩy cữ lá đến giữa phần ứng và lõi. Xem Hình 9-7. Nới lỏng vít điều chỉnh vấu kẹp chút ít bằng cây vặn vít cong. Sau đó giữ phần ứng tựa vào lõi và miếng cựa. Gõ nhẹ để phần ứng ôm khít cữ lá. Kiểm tra cả hai phía của khe hở này để bảo đảm chúng bằng nhau. Sau đó siết chặt vít điều chỉnh vấu kẹp.

Cũng cần kiểm tra độ lỏng dọc trục của phần ứng. Có thể thực hiện điều này bằng cách chèn cữ lá vào giữa bạc lót phần ứng và vấu kẹp. Khe hở này phải trong khoảng 0,010 và 0,030 inch. Phần ứng cũng phải chuyển động nhẹ nhàng, không bị kẹt.

Độ căng

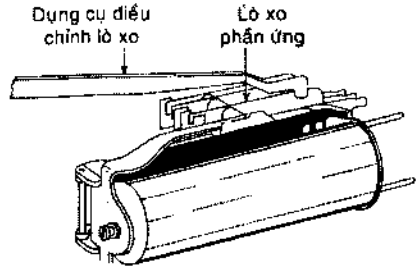
Rơ-le hoạt động sai thường do lực căng lò xo không chính xác nhiều hơn các nguyên nhân khác. Vì vậy, điều quan trọng là phải căng lò xo chính xác trước khi điều chỉnh các tiếp điểm, và kiểm tra lại độ căng sau khi điều chỉnh các tiếp điểm. Xem Hình 9-8. Độ căng của các tiếp điểm thường đóng được đo với rơ-le ở vị trí không được kích hoạt.



Hình 9-8. Đo sức căng của rơle.

Sự đo đạc này phải được thực hiện sau khi nhấc tất cả các lò xo khác ra khỏi lò xo đang được đo. Lực căng trong khoảng 25

đến 35 gram khi các tiếp điểm vừa tách rời là hợp lý. Lực căng trên các tiếp điểm thường mở được thực hiện cẩn thận bằng sự điều chỉnh chính xác các lò xo.

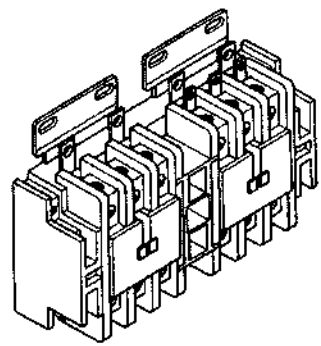


Hình 9-9. Điều chỉnh độ căng lò xo.

Để tăng độ căng lò xo, bạn đặt dụng cụ uốn lò xo lên phía sau lò xo phần ứng, gần đường gân. Xoay nhẹ dụng cụ uốn về phía miếng cựa và từ từ kéo dọc theo lò xo đến ống lót phần ứng. Xem Hình 9-9. Nhắc lại, đặt dụng cụ uốn lò xo gần đường gân, và uốn lò xo về phía miếng cựa cho đến khi thanh cong thẳng ra để có độ căng lò xo chính xác. Để giảm độ căng lò xo, uốn nhẹ lò xo theo chiều ngược lại.

CÔNG-TẮC-TƠ

Một trong các loại rơ-le thông dụng là công-tắc-tơ chiếu sáng. Hình 9-10 minh họa công-tắc-tơ tiêu biểu. Các công-tắc-tơ được sử dụng để đóng nhiều mạch điện đồng thời (thường là các mạch chiếu sáng). Chúng có cả loại được duy trì bằng cơ và bằng điện, có thể điều khiển từ hai đến mười hai mạch điện (các công-tắc-tơ 2-cực đến 12-cực), và thường có dung lượng dòng điện trong khoảng 20 đến 40 amp.


Hình 9-10. Công-tắc-tơ chiếu sáng.

CÁC BỘ KHỞI ĐỘNG TỪ

Các bộ khởi động từ của động cơ thực chất là rơ-le công suất lớn. Tuy nhiên, chúng cũng có rơ-le quá tải dạng nhiệt có thể làm hở mạch điều khiển hoặc mạch công suất một cách độc lập, nếu dòng điện tăng quá cao. Cường độ dòng điện cao sẽ làm nóng thanh lưỡng kim nhạy nhiệt trong rơ-le quá tải. Thanh này uốn cong và làm hở các tiếp điểm, cắt đứt sự lưu thông của dòng điện.

Chương 10

KỸ THUẬT HÀN

Kỹ thuật hàn có vai trò quan trọng đối với sự lắp đặt điện công nghiệp. Trong nhiều trường hợp, bạn cần hàn các ống luồn dây và thiết bị vào vị trí, thay vì cố định chúng bằng đai hoặc kẹp, như thường thực hiện trong các hệ thống điện khác.

Do sự phát triển các phương pháp hàn và kim loại hàn mới, kỹ thuật hàn đã trở thành phương pháp liên kết kim loại quan trọng nhất. Trước đây, phương pháp hàn vảy mềm và hàn vảy cứng được sử dụng để liên kết kim loại, nhưng nói chung, cả hai (nhất là hàn vảy mềm) đều có những mặt hạn chế và hiện nay ít được sử dụng.

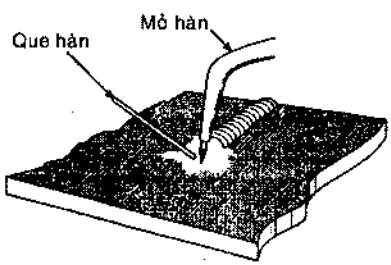
CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN

Có thể chia các phương pháp hàn thông dụng thành bốn nhóm:

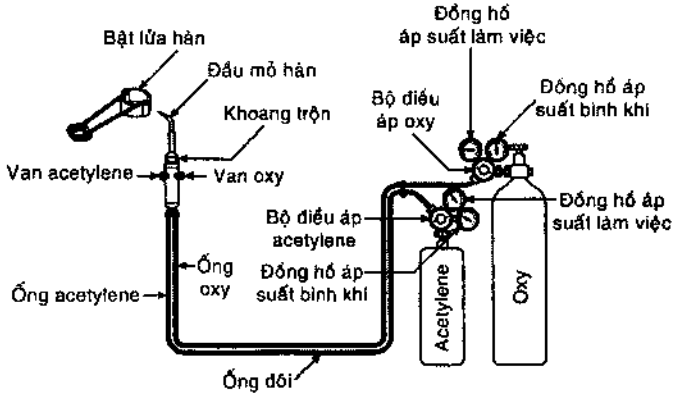
1. Hàn hơi (oxy-acetylene).
2. Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ. (Nghĩa là tạo ra môi trường khí hoặc các chất khí bao quanh vùng hàn để bảo vệ kim loại hàn nóng chảy khỏi bị nhiễm oxy hoặc nitơ trong khí quyển).
3. Hàn hồ quang kim loại khí.
4. Hàn hồ quang wolfram khí.

HÀN OXYACETYLENE

Phương pháp hàn oxyacetylene (thường gọi là hàn hơi) được minh họa trên Hình 10-1, và Hình 10-2 minh họa thiết bị hàn. Phương pháp hàn này đã được sử dụng trên 100 năm, và từ đó đến nay, bản chất của các quy trình hàn không thay đổi. Phương pháp hàn oxy-acetylene rất linh hoạt, vốn đầu tư trang thiết bị tương đối thấp; thường được dùng để hàn bảo trì, hàn ống nhỏ, sửa chữa thân xe hơi, hàn các vật liệu mỏng, và tác phẩm điêu khắc. Nhiệt độ cao do



Hình 10-1. Phương pháp hàn oxyacetylene.



Hình 10-2. Thiết bị hàn oxyacetylene

thiết bị này tạo ra có thể được sử dụng để hàn vảy mềm, hàn vảy cứng, và hàn thau.

Sự biến đổi phương pháp hàn oxyacetylene cho phép cắt kim loại bằng mỏ cắt. Đây là dụng cụ cắt chủ lực đối với thép.

Phương pháp hàn oxyacetylen làm nóng chảy các kim loại bằng ngọn lửa thu được từ sự đốt cháy acetylene với oxy. Quá trình hàn có thể thực hiện với que hàn hoặc không. Nhiệt độ của ngọn lửa oxy-acetylene có thể đạt đến 6300^0F.

Ngọn lửa này nung chảy hai mép của các chi tiết kim loại đang được hàn và cả kim loại hàn để lấp đầy các khe hoặc rãnh, do đó, kim loại nóng chảy có thể hòa trộn nhanh chóng và dễ dàng. Khí oxy và acetylene từ các bình chứa riêng biệt lưu thống đến mỏ hàn, tại đây chúng được hòa trộn với nhau và đốt cháy tại đầu mỏ hàn.

CÁC MỎ HÀN VÀ NGỌN LỬA

Tỷ lệ oxy và acetylene xác định tính chất ngọn lửa. Có ba hỗn hợp cháy căn bản là *trung tính*, *khử oxy*, và *oxy hóa*.

Ngọn lửa trung tính thường phù hợp với quá trình hàn. Ngọn lửa này có tâm hình côn trắng sáng rõ rệt, cho biết các khí được hòa trộn tốt, không có khí nào bị lãng phí.

Ngọn lửa khử oxy có tỷ lệ acetylene cao hơn, tâm hình côn màu trắng với mép không rõ rệt, và bổ sung carbon vào mối hàn.

Ngọn lửa oxy hóa sử dụng oxy với tỷ lệ cao hơn, có hình bao (ngọn lửa phụ) ngắn và tâm ngọn lửa hình côn nhọn, màu trắng.

Ngọn lửa này oxy hóa kim loại hàn và chỉ sử dụng với các kim loại đặc biệt.

Kỹ thuật cắt bằng ngọn lửa được thực hiện bằng cách bổ sung đầu phun oxy phụ để đốt cháy (cắt) kim loại.

Mỏ hàn tiêu chuẩn có thể là *loại kết hợp* dùng để hàn, cắt, và hàn vảy cứng. Các khí được hòa trộn bên trong mỏ hàn. Van kim điều khiển lượng khí đi vào khoang trộn. Van cần gạt điều khiển lưu lượng oxy dùng để cắt bằng mỏ cắt hoặc phụ tùng cắt. Đầu mỏ hàn có nhiều hình dạng và kích cỡ khác nhau để phù hợp với các ứng dụng cụ thể: hàn, cắt, hàn vảy cứng hoặc hàn vảy mềm. Đầu mỏ hàn quá nhỏ sẽ làm mất thời gian hoặc không thể nung chảy kim loại nền. Đầu mỏ hàn quá lớn có thể đốt cháy kim loại nền.

Các ống dẫn khí có thể riêng biệt hoặc được đúc liền nhau. Ống màu xanh lá hoặc xanh dương dùng cho oxy, và ống màu đỏ hoặc cam dùng cho acetylene. Các khớp nối trên mỗi ống cũng khác nhau để tránh nối kết không chính xác. Cụ thể là ống dẫn oxy có khớp nối ren phải, còn ống acetylene có khớp nối ren trái.

Các *bộ điều áp* duy trì áp suất khí không đổi, bảo đảm thể tích khí ổn định và tính chất ngọn lửa không thay đổi. Hầu hết các bộ điều áp là loại hai tầng và có hai đồng hồ, một hiển thị áp suất bình khí và một cho biết áp suất đi vào ống dẫn. Phương pháp hàn hơi chủ yếu sử dụng oxy và acetylene, nhưng đôi khi cũng sử dụng các loại khí khác (hydro, khí thiên nhiên, propane,...) thay cho acetylene. Các khí này chỉ được sử dụng cho các ứng dụng đặc biệt. Hầu hết các trường hợp đều sử dụng khí acetylene, vì chúng có nhiệt độ cháy cao, tốc độ hàn nhanh, và mối hàn tốt hơn.

Các *bình acetylene* chứa vật liệu xốp tẩm acetone. Vì không thể nén một cách an toàn đến áp suất trên 15 psi, acetylene được hòa tan vào acetone để duy trì tính ổn định và cho phép nén đến áp suất 250 psi. Luôn luôn đặt các bình acetylene ở tư thế thẳng đứng.

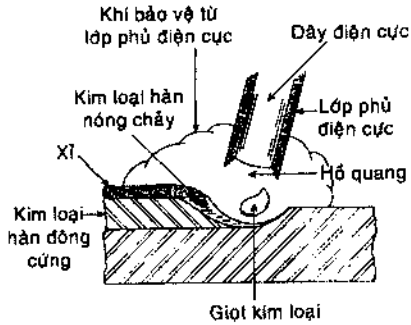
Thể tích của các bình oxy thay đổi từ 60 đến 300 ft khối, áp suất đến 2400 psi. Áp suất nạp tối đa luôn luôn ghi lên bình và không được vượt quá.

HÀN HỒ QUANG - KIM LOẠI ĐƯỢC BẢO VỆ

Có lẽ đây là phương pháp hàn phổ biến nhất hiện nay. Với chất lượng mối hàn và tốc độ hàn cao, phương pháp hàn có khí bảo vệ

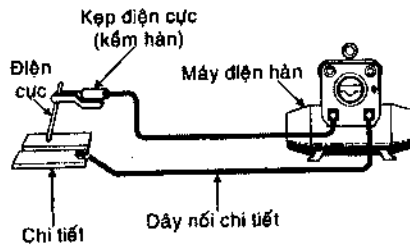
đã thay thế nhiều phương pháp hàn khác. Phương pháp này có thể thực hiện ở mọi vị trí và với nhiều kim loại khác nhau. Tuy nhiên, công dụng phổ biến nhất là hàn thép mềm và thép hợp kim thấp.

Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (hàn hồ quang bằng tay) là phương pháp hàn hồ quang tạo ra sự liên kết giữa điện cực kim loại có lớp phủ và chi tiết gia công bằng nhiệt của hồ quang. Tác dụng bảo vệ là do sự phân hủy lớp phủ điện cực. Điện cực cũng cung cấp kim loại lấp đầy khe hàn. Hình 10-3 minh họa điện cực có lớp phủ, dây lõi, vùng hồ quang, khí quyển bảo vệ, mối hàn, và xỉ đông đặc.



Hình 10-3. Phương pháp hàn hồ quang kim loại được bảo vệ.

Phương pháp điều khiển bằng tay này có thể hàn tất cả các kim loại *màu* (không chứa sắt, đồng hoặc đồng thiếc chẳng hạn) có độ dày 18 gauge trở lên. Đối với vật liệu có chiều dày 0,25 inch trở lên, cần vát cạnh và sử dụng kỹ thuật hàn nhiều đường. Phương pháp này cho phép hàn ở mọi vị trí dưới sự điều khiển của người thợ hàn. Sự loại bỏ xỉ là cần thiết. Hình 10-4 minh họa các bộ phận chính dùng để hàn hồ quang kim loại được bảo vệ.



Hình 10-4. Thiết bị hàn hồ quang - kim loại được bảo vệ (hàn hồ quang bằng tay)

Máy hàn (nguồn điện) là thiết bị chính, có nhiệm vụ cung cấp công suất điện đầy đủ với điện áp và dòng điện chính xác để duy trì hồ quang. Hàn hồ quang - kim loại được bảo vệ có thể thực hiện bằng dòng điện xoay chiều (ac) hoặc một chiều (dc). Dòng điện một chiều có thể được sử dụng theo kỹ thuật hàn *thuận* (với điện cực âm) hoặc kỹ thuật hàn *ngược* (điện cực dương).

CÁC LOẠI MÁY HÀN

Có nhiều loại máy hàn, mỗi loại đều có các ưu điểm riêng hoặc các tính chất đặc biệt.

- Loại *máy biến áp ac* có ưu điểm là đơn giản, rẻ, và không gây tiếng ồn.
- Máy *biến áp - chỉnh lưu* chuyển nguồn điện ac thành điện dc và cung cấp dòng điện một chiều tại hồ quang.
- Máy hàn loại *biến áp-chỉnh lưu ac-dc* kết hợp các đặc điểm của máy biến áp và bộ chỉnh lưu.
- Máy phát điện một chiều có lẽ là nguồn điện hàn ổn định nhất.
- *Máy phát điện điều khiển kép* là loại truyền thống, cho phép điều chỉnh điện áp mạch hở và dòng điện hàn. Ở những nơi có điện lưới, máy phát điện này được truyền động bằng động cơ điện. Nếu không có điện lưới, có thể truyền động máy phát điện bằng động cơ đốt trong hoặc động cơ diesel.

VẬN HÀNH MÁY HÀN

Người vận hành cầm kẹp điện cực, bộ phận kẹp chặt điện cực và truyền dòng điện hàn đến điện cực. Loại kẹp điện cực dạng kềm có cách điện là phổ biến nhất, chúng có nhiều kích cỡ và được ghi rõ khả năng mang dòng điện.

Các dây cáp hàn và khớp nối tạo thành mạch dẫn dòng điện hàn từ máy hàn đến hồ quang. Cáp điện cực tạo thành một phía của mạch điện hàn và chạy từ kẹp điện cực đến cực nối trên máy hàn. Kích cỡ cáp hàn được chọn theo dòng điện hàn cực đại được sử dụng và trải rộng từ cáp số 6 AWG đến số 4/0 AWG, với định mức dòng điện từ 75 amp trở lên. Dây nối với chi tiết là phía khác của mạch điện, và chạy từ kẹp chi tiết đến cực chi tiết trên máy hàn.

Các điện cực có lớp phủ được chế tạo theo đường kính 1/16 đến 5/16 inch và dài từ 9 đến 18 inch, chiều dài phổ biến nhất là 14 in. Lớp phủ cho biết phạm vi ứng dụng của điện cực và cung cấp thông tin sau:

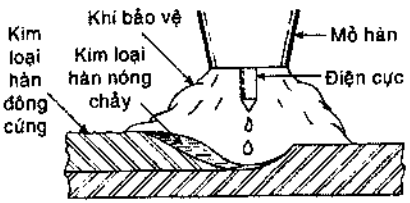
- Khí bảo vệ.
- Chất khử oxy dùng để làm sạch kim loại hàn lắng đọng.
- Các chất tạo xỉ để bảo vệ kim loại hàn khỏi bị oxy hóa.
- Các nguyên tố ion hóa dùng để tạo thuận lợi cho quá trình hàn.

- Các nguyên tố hợp kim tăng bền cho kim loại hàn lắng đọng.
- Bột sắt để cải thiện năng suất của điện cực.

Đặc tính hiệu dụng của các loại điện cực được chuẩn hóa và xác định bởi Hiệp hội Hàn Hoa Kỳ (AWS). Hệ thống phân loại của AWS cho biết các đặc tính và phạm vi ứng dụng theo số hiệu in trên điện cực. Các ký hiệu mã màu dùng cho mục đích này trong quá khứ hiện không còn sử dụng.

HÀN HỒ QUANG KIM LOẠI KHÍ

Hàn hồ quang kim loại khí (MIG) là phương pháp hàn hồ quang tạo ra sự liên kết giữa điện cực kim loại liên tục (nóng chảy) và chi tiết gia công, bằng cách nung nóng với hồ quang. Các thành phần chính trong kỹ thuật hàn hồ quang kim loại khí được minh họa trên Hình 10-5. Điện cực dạng dây được nạp tự động và liên tục vào hồ quang để duy trì hồ quang ổn định. Dây điện cực này, nóng chảy nhờ nhiệt của hồ quang, được truyền qua hồ quang và trở thành kim loại hàn lắng đọng. Sự bảo vệ hoàn toàn do hỗn hợp khí được cấp từ bên ngoài. Hình 10-6 minh họa cấu tạo của thiết bị hàn hồ quang kim loại khí.



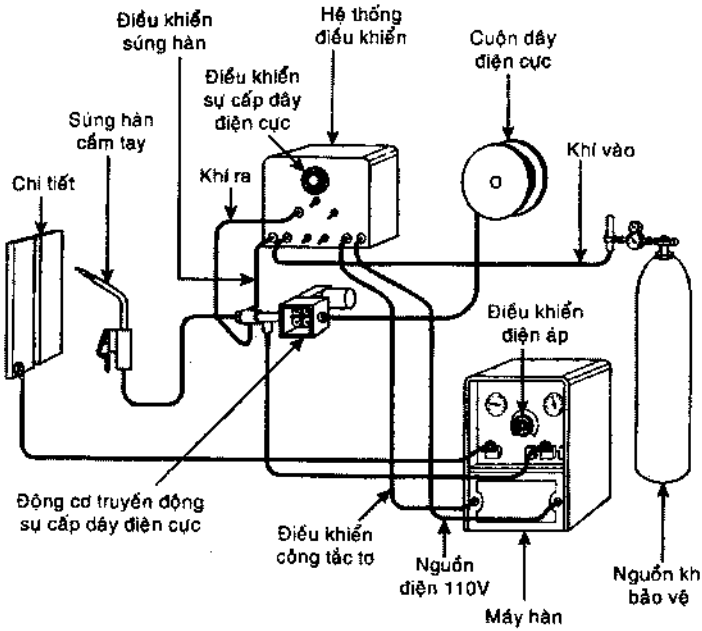
Hình 10-5. Các thành phần trong kỹ thuật hàn hồ quang kim loại khí.

Hàn hồ quang kim loại khí tạo ra mối hàn chất lượng hàng đầu trong hầu hết kim loại và hợp kim. Phương pháp này cũng rất ít cần làm sạch sau khi hàn, có thể hàn với tốc độ tương đối cao, và tạo ra ít xỉ.

Một số biến thể của phương pháp này bao gồm vi điện cực dùng cho các vật liệu mỏng; CO_2 dùng cho hàn tốc độ cao, chi phí thấp; và argon/oxy dùng cho thép không rỉ.

SỰ VẬN HÀNH

Máy hàn hoặc nguồn điện dùng cho phương pháp hàn điện cực nóng chảy được gọi là máy hàn điện áp cố định (CV). Nghĩa là điện áp ra của máy hàn không thay đổi theo các cường độ dòng điện hàn khác nhau. Các máy hàn CV không có bộ điều khiển dòng điện hàn và không thể sử dụng để hàn với các điện cực. Dòng điện hàn do tải của máy xác định, điều này phụ thuộc vào tốc độ cấp dây điện cực.



Hình 10-6. Thiết bị hàn hồ quang kim loại khí

Hệ thống cấp dây điện cực phải tương thích với máy hàn điện áp không đổi. Ở tốc độ cấp dây đã cho, máy hàn sẽ cung cấp dòng điện chính xác để duy trì hồ quang ổn định. Như vậy, tốc độ cấp dây điện cực xác định dòng điện hàn cung cấp cho hồ quang.

Súng hàn và bộ dây cáp được dùng để tải dây điện cực, dòng điện hàn, và khí bảo vệ đến đến hồ quang hàn. Dây điện cực được đặt giữa mũi súng hàn với khí bảo vệ được cung cấp xung quanh dây điện cực. Súng hàn được giữ gần chi tiết gia công để điều khiển hồ quang chính xác và cung cấp vùng khí bảo vệ hiệu quả. Các súng hàn công suất lớn làm việc ở dòng điện cao và các súng sử dụng khí trơ ở dòng điện trung bình đều phải được làm nguội bằng nước.

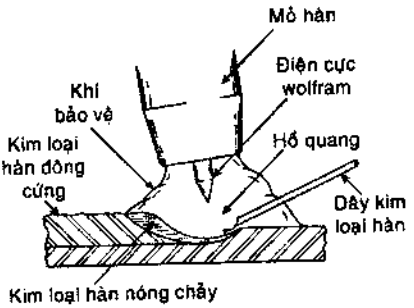
· Khí bảo vệ thay thế không khí xung quanh hồ quang để ngăn oxy hoặc nitơ trong khí quyển nhiễm vào kim loại hàn. Bầu khí bảo vệ này phải bảo vệ vũng hàn hiệu quả để thu được mối hàn chất lượng cao. Các khí bảo vệ thông dụng trong hàn hồ quang kim loại khí là argon, helium, hoặc hỗn hợp dùng cho kim loại màu; CO_2 dùng cho thép; và CO_2 cùng với argon hoặc helium dùng cho thép và thép không rỉ.

Thành phần của dây điện cực dùng cho hàn hồ quang kim loại khí phải được chọn phù hợp với kim loại được hàn. Kích cỡ dây điện cực tùy thuộc vào phương pháp và vị trí hàn. Tất cả các dây điện cực đều là dây trần cứng, ngoại trừ dây thép carbon có phủ lớp bảo vệ rất mỏng (thường là đồng).

HÀN HỒ QUANG WOLFRAM KHÍ TRƠ

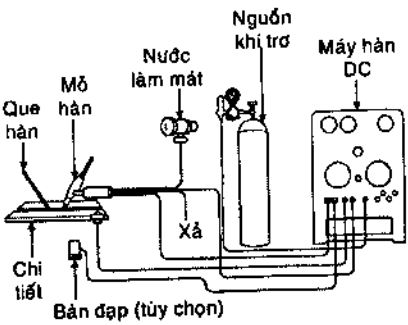
Hàn hồ quang wolfram khí trơ (TIG) là phương pháp tạo ra liên kết giữa điện cực wolfram (không nóng chảy) và chi tiết, với sự nung nóng bằng hồ quang. Phương pháp hàn TIG do ngành công nghiệp hàng không phát minh và sử dụng rộng rãi cho các kim loại khó hàn, chủ yếu là magne, nhôm, và thép không rỉ. Tác dụng bảo vệ do hỗn hợp khí trơ tạo ra, có thể sử dụng kim loại hàn hoặc không. Hình 10-7 minh họa hồ quang, điện cực wolfram, và bầu khí bảo vệ, tất cả được định vị chính xác trên chi tiết gia công. Thanh kim loại hàn được đưa vào hồ quang và vũng hàn bằng tay.

Các đặc điểm đáng chú ý của phương pháp hàn TIG là mối hàn chất lượng cao trên các vật liệu khó hàn và hợp kim; đặc biệt không cần làm sạch sau khi hàn; không văng tóe và không tạo ra xỉ hàn. Có thể ứng dụng phương pháp này để hàn nhôm, magne, thép không rỉ, gang, và thép mềm, với độ dày khác nhau. Hình 10-8 minh họa các bộ phận chính của thiết bị hàn TIG.



Hình 10-7. Hàn TIG

Phương pháp hàn TIG sử dụng máy hàn được thiết kế đặc biệt. Máy hàn ac thường dùng cho nhôm và magne, còn máy hàn dc dùng cho thép không rỉ, gang, thép mềm, và vài hợp kim. Dòng điện cao tần được dùng để mồi hồ quang hàn khi sử dụng dòng điện dc, và được sử dụng liên tục với dòng điện ac. Máy



Hình 10-8. Thiết bị hàn TIG

hàn TIG thông thường vận hành với dòng điện 3 đến 350 amp và 10 đến 35 volt ở 60% chu kỳ làm việc.

Mỏ hàn giữ điện cực wolfram và điều khiển khí bảo vệ cùng với công suất hàn đến hồ quang. Hầu hết các mỏ hàn đều được làm nguội bằng nước, nhưng cũng có một số mỏ hàn làm nguội bằng không khí. Các điện cực được chế tạo bằng wolfram và hợp kim wolfram. Chúng có nhiệt độ nóng chảy rất cao (6170^0F) và gần như không bị tiêu hao. Điện cực wolfram không tiếp xúc với vũng hàn nóng chảy; khi được định vị chính xác, điện cực treo lơ lửng phía trên chi tiết gia công và hồ quang duy trì vũng hàn ở dạng lỏng. Cần phải làm sạch các mũi điện cực bị nhiễm bẩn do tiếp xúc với vũng hàn, nếu không chúng sẽ làm hồ quang nổ lốp bốp.

Các kim loại hàn thường được sử dụng, trừ khi hàn kim loại rất mỏng. Thành phần của kim loại hàn phải tương thích với thành phần của kim loại nền. Kích thước thanh kim loại hàn tùy thuộc vào chiều dày của kim loại nền và cường độ dòng điện hàn. Kim loại hàn thường được bổ sung vào vũng hàn bằng tay, nhưng đôi khi cũng sử dụng phương pháp cấp tự động. Khí trơ (argon, helium, hoặc hỗn hợp của hai khí này) cách ly hồ quang với khí quyển. Argon thông dụng hơn, vì loại này dễ kiếm và có tác dụng bảo vệ tốt hơn ở các lưu lượng thấp, do chúng nặng hơn helium.

HÀN VẢY CỨNG

Hàn vảy cứng là phương pháp nối kết bằng điện dùng để nối dây đồng với các kim loại khác được NEC chấp thuận. Phương pháp này ít được sử dụng, và chỉ dùng cho các mối nối tiếp đất lớn hoặc mối nối tương tự. Do có nhiều trở ngại, hàn vảy cứng đã được thay thế hầu hết bằng phương pháp hàn tỏa nhiệt.

Phương pháp hàn vảy cứng thường được thực hiện với thiết bị hàn oxyacetylene, nhưng không làm nóng chảy các kim loại cần nối kết. Cả hai kim loại được gia nhiệt, và một kim loại khác được nung chảy lên hai kim loại này để liên kết chúng với nhau.

HÀN TỎA NHIỆT

Trong phương pháp hàn tỏa nhiệt, hai (ba hoặc bốn) dây dẫn cần nối kết được đặt trong khuôn graphite (than chì). Sau đó bổ sung vật liệu hàn vào miệng khuôn, được gọi là *chén nung*. Nắp khuôn được đóng lại và vật liệu hàn được nung chảy bằng dụng cụ đặc biệt.

Hỗn hợp trong chén nung lập tức nóng chảy và bao bọc các dây dẫn trong đồng nóng chảy.

Phương pháp này nhanh, dễ dàng, hiệu quả, và nguy cơ tổn thương rất thấp, nếu người vận hành làm theo phương pháp do nhà sản xuất đề nghị.

Nhược điểm duy nhất của phương pháp hàn tỏa nhiệt là đòi hỏi khuôn riêng cho mỗi dạng mối hàn.

AN TOÀN

Quá trình hàn ẩn chứa nhiều nguy hiểm do sử dụng nhiệt độ rất cao; các khí dễ cháy nổ; và khả năng tiếp xúc với ánh sáng có hại, khói độc, sự văng tóe kim loại nóng chảy, các hạt bụi,... Tuy nhiên, có thể kiểm soát hữu hiệu các nguy cơ của quá trình hàn để bảo đảm an toàn cho người thợ hàn.

Sau đây là các biện pháp căn bản cần thực hiện:

- Mặc *quần áo bảo hộ* để ngăn da tiếp với ánh sáng mạnh và sức nóng do hồ quang (hoặc ngọn lửa) tỏa ra.
- Mang *mặt nạ* để bảo vệ mặt và mắt.
- Mặc quần áo chống cháy, mang giày, găng tay da, áo khoác, tấm chắn,...
- *Kính lọc sẫm màu* trên mặt nạ hàn cho phép người thợ hàn quan sát hồ quang mà không hại mắt.

Khi hàn trong các khu vực hẹp cần phải có biện pháp thông gió. Khu vực làm việc phải sạch sẽ, và bảo trì thiết bị hàn đúng mức.

PHÒNG CHÁY

Một trong các quy định an toàn quan trọng khi hàn tại công trường (khác với hàn tại xưởng) là phải duy trì biện pháp phòng cháy sau khi hoàn tất quá trình hàn.

Thông thường, thời gian cần thiết đối với sự phòng cháy là thời gian hàn và nửa giờ sau đó. Vì vậy, mỗi công việc hàn cần có hai người, một người thực hiện mối hàn, người thứ hai cầm dụng cụ chữa cháy và quan sát các vật liệu dễ cháy trong khu vực làm việc.

Điều quan trọng là bạn luôn luôn dành đủ thời gian phòng cháy khi đánh giá giờ công cho công việc bất kỳ. Nếu không, công việc lắp đặt của bạn có nhiều khả năng bị vỡ kế hoạch.

Chương 11

MÁY BIẾN ÁP

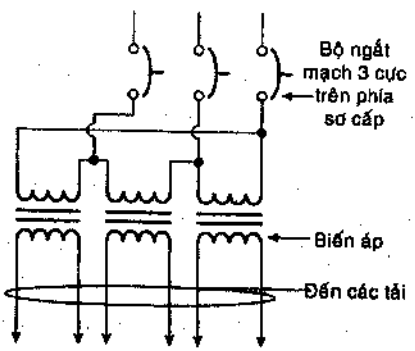
Máy biến áp là thiết bị chuyển điện năng từ mạch điện này sang mạch điện khác, thường thay đổi dòng điện và điện áp nhưng giữ nguyên tần số. Điều này được thực hiện thông qua hiệu ứng cảm ứng điện từ giữa các mạch điện không có tiếp xúc vật lý. Các máy biến áp gồm một hoặc nhiều cuộn dây quấn quanh lõi sắt lá; chúng có nhiều kiểu dáng và kích cỡ khác nhau.

Các máy biến áp được trình bày trong *Điều 450* của NEC. Lưu ý, thuật ngữ máy biến áp trong Điều 450 ám chỉ máy biến áp đơn, bất kể đó là thiết bị một pha hoặc nhiều pha.

Các quy định về lắp đặt và nối kết máy biến áp được trình bày chi tiết trong *Điều 450* của NEC. Các quy định đó như sau.

BẢO VỆ QUÁ DÒNG

Các máy biến áp vận hành ở điện áp *trên* 600 volt phải có thiết bị bảo vệ trên cả hai phía sơ cấp và thứ cấp. Kích cỡ thiết bị bảo vệ được xác định theo *Bảng 450.3(A)* của NEC. Nếu định mức của bộ ngắt mạch (CB) hoặc cầu chì được chỉ định không phù hợp với định mức chuẩn, bạn có thể sử dụng định mức lớn hơn kế tiếp. Các máy biến áp vận hành ở điện áp trên 600 volt và chỉ được quản lý bởi người có chuyên môn sẽ có quy định hơi khác, và các quy định này cũng được trình bày trong *Bảng 450.3(A)* của NEC. Nếu định mức của bộ ngắt mạch hoặc cầu chì được chỉ định không phù hợp với định mức chuẩn, bạn có thể sử dụng định mức lớn hơn kế tiếp.



Hình 11-1. Bảo vệ quá dòng trên phía sơ cấp.

Các máy biến áp có định mức 600 volt *hoặc thấp hơn* có thể chỉ cần bảo vệ quá dòng trên phía sơ cấp; thiết bị này phải có định mức ít nhất là 125% dòng điện sơ cấp định mức. Nếu định mức của bộ ngắt mạch hoặc cầu chì được chỉ định cho máy biến áp có dòng điện sơ cấp định mức

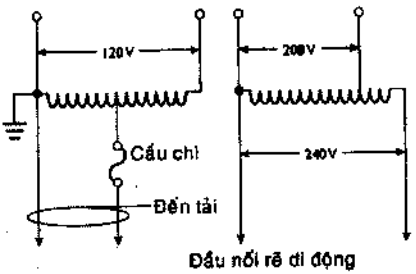
9 amp hoặc hơn không phù hợp với định mức chuẩn, có thể sử dụng định mức lớn hơn kế tiếp. Đối với các máy biến áp có dòng điện sơ cấp định mức dưới 9 ampe, có thể chọn thiết bị quá dòng có định mức đến 167% dòng điện sơ cấp định mức. (Xem Hình 11-1).

Máy biến áp vận hành ở điện áp *dưới* 600 volt được phép chỉ bảo vệ quá dòng trên phía thứ cấp; thiết bị bảo vệ phải có định mức bằng 125% dòng điện thứ cấp định mức nếu thiết bị quá dòng của phát tuyến này có định mức không quá 250% dòng sơ cấp định mức.

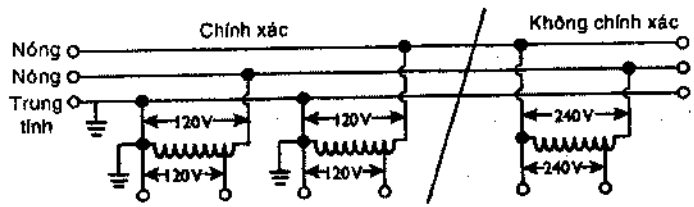
Các máy biến áp có thiết bị bảo vệ quá tải dạng nhiệt trên phía sơ cấp, phía này không cần sự bảo vệ bổ sung, trừ khi thiết bị bảo vệ quá dòng của phát tuyến này lớn gấp sáu lần dòng điện định mức sơ cấp (đối với máy biến áp có trở kháng 6% trở xuống) hoặc bốn lần dòng điện sơ cấp (đối với các máy biến áp có trở kháng 6 đến 10%). Nếu định mức của bộ ngắt mạch hoặc cầu chì được chỉ định cho máy biến áp có dòng điện sơ cấp định mức 9 A hoặc cao hơn không phù hợp với định mức chuẩn, bạn có thể sử dụng định mức cao hơn kế tiếp. Đối với các máy biến áp có dòng điện sơ cấp định mức dưới 9 A, có thể chọn thiết bị bảo vệ quá dòng có định mức đến 167% dòng điện định mức của phía sơ cấp.

Các máy biến thế phải có cầu chì trên phía sơ cấp.

Các máy biến áp tự ngẫu có định mức 600 V hoặc thấp hơn phải được bảo vệ bằng thiết bị bảo vệ quá dòng trên mỗi ngõ vào không nối đất; thiết bị này phải có định mức ít nhất là 125% dòng điện vào định mức. Nếu định mức của bộ ngắt mạch hoặc cầu chì được chỉ định cho máy biến áp có dòng điện vào định mức 9 A hoặc cao hơn không phù hợp với định mức chuẩn, bạn có thể sử dụng định mức cao hơn kế



Hình 11-2. Biến áp tự ngẫu.



Hình 11-3. Nối kết biến áp tự ngẫu chính xác và không chính xác

tiếp. Đối với các máy biến áp có dòng điện vào định mức dưới 9 A, có thể chọn thiết bị bảo vệ quá dòng có định mức đến 167% dòng điện vào định mức. (Xem các Hình 11-2 và 11-3).

LẮP ĐẶT

Các máy biến áp phải được lắp đặt ở nơi thông thoáng để tránh quá nhiệt.

Tất cả các *bộ phận không mang dòng điện nhưng lộ ra ngoài* của máy biến áp đều phải được nối đất.

Các máy biến áp phải được bố trí ở nơi *dễ tiếp cận*, ngoại trừ:

1. Các máy biến áp loại khô vận hành ở điện áp dưới 600 volt được bố trí ngoài trời trên tường, cột, và các công trình không có vị trí dễ tiếp cận.
2. Các máy biến áp loại khô vận hành ở điện áp dưới 600 volt và có công suất dưới 50 VA được phép bố trí trong các không gian trống chống cháy của tòa nhà, với điều kiện đủ thông thoáng để tránh quá nhiệt.

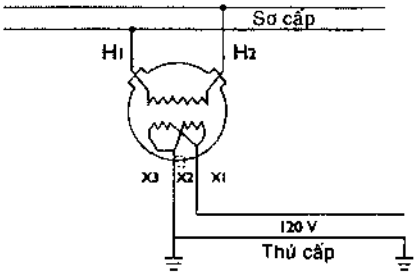
Các máy biến áp loại khô lắp trong nhà có định mức 112,5 kVA hoặc thấp hơn phải đặt cách xa các vật liệu dễ cháy ít nhất 0,3 mét. Có thể lắp các rào chắn chịu nhiệt, chống cháy thay cho quy định này. Tuy nhiên, quy định này không áp dụng cho các máy biến áp như thế nhưng vận hành ở điện áp 600 volt trở xuống và được bọc kín hoàn toàn.

Các máy biến áp loại khô lắp trong nhà có định mức trên 112,5 kVA phải được lắp trong phòng làm bằng vật liệu chống cháy. Các máy biến áp loại này với định mức 80^0C hoặc cao hơn có thể được cách ly với vật liệu dễ cháy bằng các rào chắn chống cháy, chịu nhiệt, hoặc đặt cách xa các vật liệu dễ cháy ít nhất 6 ft theo chiều ngang hoặc 12 ft theo chiều dọc. Tuy nhiên, quy định này không áp dụng cho các máy biến áp có định mức 80^0C hoặc cao nhưng được bọc kín hoàn toàn (ngoại trừ các khe thông gió).

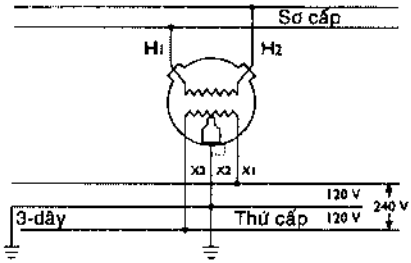
Không được cất giữ các vật liệu trong khu vực đặt máy biến áp.

NỐI KẾT MÁY BIẾN ÁP

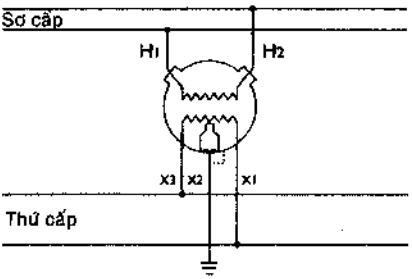
Các máy biến áp có rất nhiều cách nối kết khác nhau. Sau đây là các cách thông dụng nhất trong lắp đặt điện (khác với công việc của công ty điện lực).



Hình 11-4. Nối kết biến áp một pha, 120 volt.



Hình 11-5. Nối kết biến áp một pha, 120/240 V



Hình 11-6. Nối kết công suất điện một pha

BIẾN ÁP MỘT PHA CUNG CẤP CHO TẢI CHIẾU SÁNG 120 VOLT

Như minh họa trên Hình 11-4, máy biến áp được nối giữa đường dây cao áp và tải, với cuộn dây 120/240 V được mắc song song. Cách nối kết này áp dụng cho các tải tương đối nhỏ và chiều dài của mạch thứ cấp ngắn. Thường sử dụng đối với khách hàng đơn lẻ.

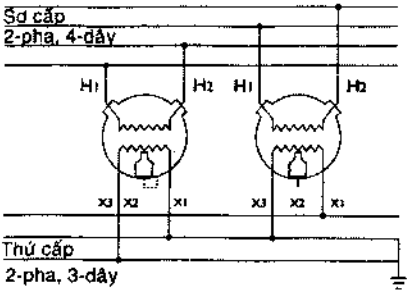
Theo Hình 11-5, cuộn dây 120/240 V mắc nối tiếp và điểm giữa được đưa ra ngoài, cho phép phục vụ đồng thời các phụ tải 120 V và 240 V. Cách nối kết này được sử dụng trong hầu hết các mạch phân phối ở đô thị.

BIẾN ÁP MỘT PHA DÙNG CHO PHỤ TẢI ĐỘNG LỰC

Như minh họa trên Hình 11-6, cuộn dây 120/240 V mắc nối tiếp cung cấp 240 V trên hệ thống 2-dây. Cách nối kết này được áp dụng cho các xí nghiệp công nghiệp nhỏ.

NỐI KẾT HAI PHA

Như minh họa trên Hình 11-7, nối kết này thực ra là gồm hai biến áp một pha vận hành lệch pha 90^0. Trong hình này, mạch thứ cấp có 3-dây, mặc dù một số trường hợp sử dụng mạch thứ cấp 4-dây hoặc 5-dây.



Hình 11-7. Nối kết máy biến áp 2-pha.

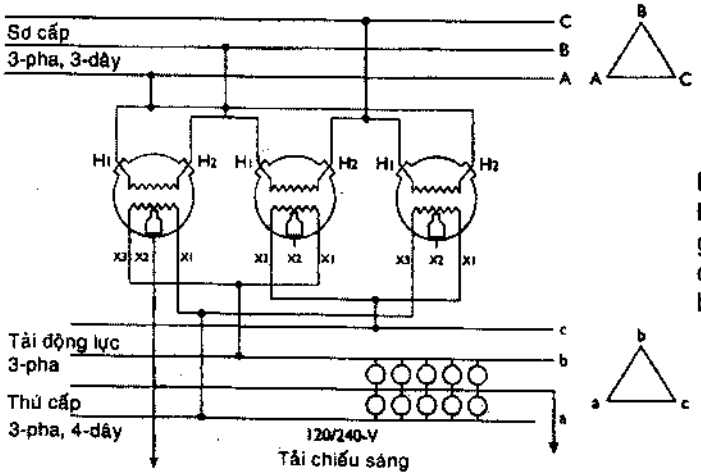
Đây là hệ thống điện đầu tiên và hiện nay hầu như được thay bằng hệ thống 3-pha.

ĐẤU TAM GIÁC - TAM GIÁC DÙNG CHO ĐỘNG LỰC VÀ CHIẾU SÁNG

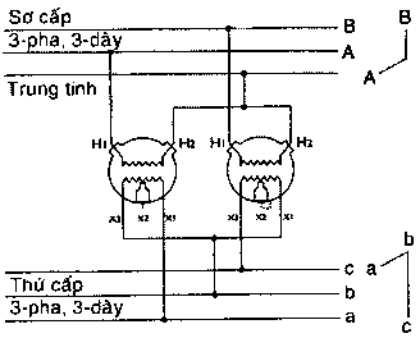
Như minh họa trên Hình 11-8, nối kết này thường được áp dụng để cấp điện đồng thời cho tải chiếu sáng nhỏ 1-pha, và tải động lực 3-pha. Theo hình minh họa, dây nối rẽ ở giữa cuộn thứ cấp của một máy biến áp được nối đất. Như vậy, tải chiếu sáng nhỏ được nối qua biến áp có dây nối rẽ ở giữa và dây đất chung cho cả hai mạch 120 V. Tải chiếu sáng 1-pha làm giảm dung lượng 3-pha khả dụng. Kiểu nối kết này đòi hỏi đồng hồ watt-giờ đặc biệt.

ĐẤU TAM GIÁC HỞ DÙNG CHO CHIẾU SÁNG VÀ ĐỘNG LỰC

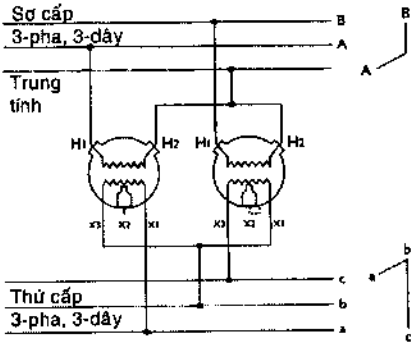
Nhưng nơi mà tải thứ cấp bao gồm cả chiếu sáng và động lực, giàn biến áp đấu tam giác hở thường được sử dụng. Kiểu nối kết này (Hình 11-9) được áp dụng khi tải chiếu sáng một pha lớn hơn tải động lực. Ở đây có thể sử dụng hai máy biến áp công suất khác nhau, tải chiếu sáng được nối với thiết bị có định mức lớn hơn.



Hình 11-8. Đấu tam giác-tam giác đối với máy biến áp



Hình 11-9. Cách đấu tam giác hở.



Hình 11-10. Đấu sao-tam giác hở

ĐẤU SAO-TAM GIÁC HỞ

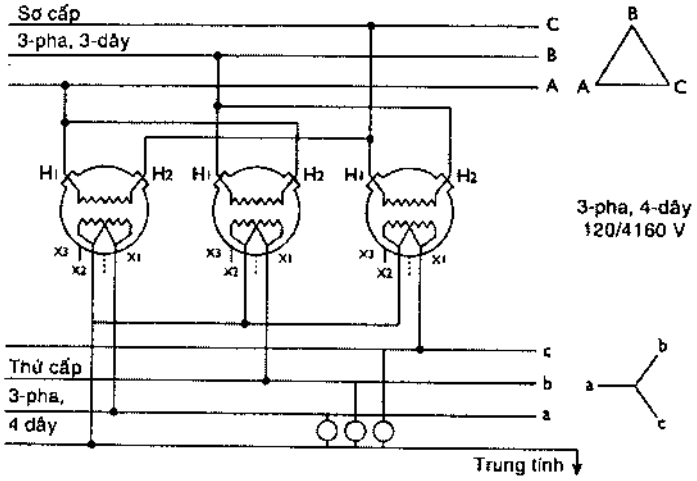
Khi hệ thống đấu sao-tam giác và một pha bị vô hiệu hóa, có thể duy trì nguồn điện ở mức tải thấp, như minh họa trên Hình 11-10. Trong trường hợp này, phải nối dây trung tính với trung tính của khối biến áp bằng dây đồng. Về phương diện tĩnh điện và điện từ, hệ thống này không cân bằng, do đó, sự gây nhiễu điện thoại có thể xảy ra, nếu trung tính được nối đất. Dung lượng hữu dụng của khối tam giác hở, sao hở bằng 87% dung lượng của các biến áp được lắp đặt khi hai thiết bị này giống nhau.

ĐẤU TAM GIÁC – SAO DÙNG CHO CHIẾU SÁNG VÀ ĐỘNG LỰC

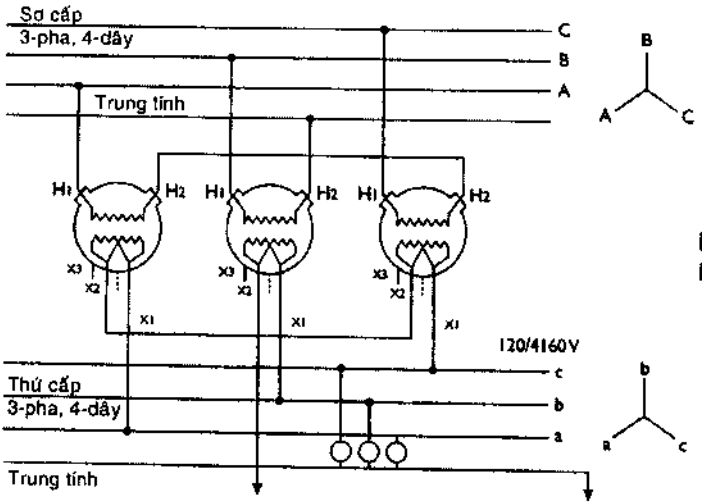
Cách đấu tam giác-sao thường được sử dụng để loại bỏ dòng điện sơ cấp mất cân bằng (Hình 11-11). Ở đây, trung tính của hệ thống 3-pha thứ cấp được nối đất, và các tải 1-pha được nối giữa các dây pha khác nhau và dây trung tính; còn các tải 3-pha được nối với các dây pha. Như vậy, có thể cân bằng tải 1-pha trên ba pha trong mỗi giàn máy biến áp; và nếu cần, có thể mắc song song nhiều giàn máy biến áp.

ĐẤU SAO-SAO DÙNG CHO CHIẾU SÁNG VÀ ĐỘNG LỰC

Hình 11-12 minh họa hệ thống dùng để tăng điện áp sơ cấp từ 2400 đến 4160 V để tăng khả năng của hệ thống. Các máy biến áp phân phối đấu tam giác trong phần trước lúc này được nối từ dây pha đến dây trung tính. Các cuộn thứ cấp được đấu theo cấu hình sao. Trong hệ thống này, trung tính sơ cấp được nối với dây trung



Hình 11-11. Đấu tam giác-sao

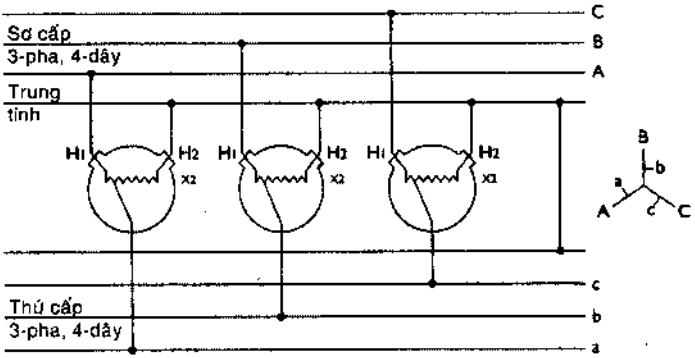


Hình 11-12. Đấu sao-sao

tính của điện áp nguồn bằng dây kim loại và được dẫn theo dây pha để giảm nhiễu điện thoại tới mức thấp nhất. Nếu cách ly trung tính của máy biến áp với trung tính của hệ thống, các điện áp hài bậc ba tại trung tính của máy biến áp sẽ gây ra tình trạng mất ổn định. Nếu nối trung tính của máy biến áp với đất, khả năng nhiễu điện thoại tăng lên rất nhiều, và cũng có khả năng cộng hưởng giữa dung kháng của dây này với đất và trở kháng từ hóa của biến áp.

CÁC MÁY BIẾN ÁP TỰ NGẪU ĐẤU SAO-SAO VÀ HỆ THỐNG 3-PHA, 4-DÂY

Khi tỷ số biến đổi điện áp từ sơ cấp sang thứ cấp nhỏ, cách giảm điện áp kinh tế nhất là sử dụng các máy biến áp tự ngẫu, như minh họa trên Hình 11-13. Đối với ứng dụng này, điều cần thiết là phải nối trung tính của giàn biến áp với dây trung tính của hệ thống.



Hình 11-13. Nối kết biến áp tự ngẫu.

Chương 12

HỆ THỐNG ĐIỆN

Hệ thống phổ biến nhất cần thiết cho hầu hết các công trình điện là hệ thống mạch nhánh. Các dây cấp điện và phát tuyến là những hạng mục lớn, nhưng thi công các mạch nhánh lại tốn nhiều thời gian và công sức hơn bất kỳ hạng mục nào khác.

Hai điều quan tâm chính đối với hệ thống mạch nhánh: thứ nhất, lắp đặt chúng theo đúng tiêu chuẩn, và thứ hai, thời gian thi công hợp lý. Chương này sẽ trình bày cả hai vấn đề đó.

Mạng lưới mạch nhánh là một phần của hệ thống điện bao gồm tất cả các loại ổ cắm, ống luồn dây cùng với các khớp nối, các loại cáp và dây điện trong tòa nhà. Nói chung, các mạch nhánh liên quan đến tất cả các mạng điện dùng cho chiếu sáng, các ổ cắm, hệ thống công suất nhỏ, và hệ thống truyền thông.

Những vấn đề cụ thể sẽ được trình bao gồm khái quát về mạch nhánh, hệ thống mương cáp kim loại lắp nổi (lắp bề mặt), mạng điện mạch nhánh, đường bus, và cáp mạch nhánh.

KHÁI QUÁT VỀ MẠCH NHÁNH

Hệ thống mương cáp điện chủ yếu được thiết kế để giữ các dây điện. Ngoài ống luồn dây kim loại cứng, ống kim loại kỹ thuật điện (EMT), hoặc ống luồn dây PVC, hệ thống mương cáp còn bao gồm các hộp ổ cắm và khớp nối khác dùng để lắp đặt dây dẫn của hệ thống điện. Đối với công trình xây dựng thông thường, ống luồn dây cứng hoặc PVC thường được sử dụng trong và dưới các tấm bê-tông, còn ống EMT được dùng để lắp bề mặt, ngoại trừ những nơi hệ thống có khả năng bị tổn hại nghiêm trọng.

ỐNG LUỒN DÂY PHI KIM CỨNG

Đối với các mạch có điện áp 600 volt hoặc thấp hơn, có thể sử dụng ống luồn dây phi kim cứng và các khớp nối (ống luồn dây PVC) chôn trực tiếp xuống đất ở độ sâu trên 18 in. Nếu chôn ở độ sâu không đến 18 in., ống luồn dây PVC phải được bọc trong lớp bê-tông dày 2 in. trở lên.

Ống luồn dây PVC còn được sử dụng trong tường, sàn, trần, hố phế liệu, các vị trí ẩm ướt hoặc khô, ngoại trừ các vị trí nguy hiểm

đối với giá đỡ phụ kiện lắp ráp hoặc trang thiết bị khác và những nơi chịu tác động va đập hoặc thời tiết.

Ống luồn dây PVC dễ cắt, không cần dụng cụ đặc biệt. Các ống 0,5 đến 1,5 in có thể cắt bằng cưa tay răng nhuyễn. Đối với các ống 2 đến 6 in, cần sử dụng hộp cắt mộng hoặc dụng cụ dẫn hướng lưỡi cưa tương tự để giữ ống ổn định và bảo đảm đường cắt vuông góc. Để bảo đảm sự nối kết đạt yêu cầu, cần phải cẩn thận trong khi cắt để không làm biến dạng đầu ống luồn dây.

Sau khi cắt, cần xử lý các đầu ống và lau sạch bụi, đất, mạt cưa. Việc loại bỏ các gờ xù xì ở đầu ống PVC có thể thực hiện dễ dàng bằng dao nhíp hoặc giũa nhỏ, nhưng với ống EMT đôi khi phải sử dụng kềm (cẩn thận!).

Một trong các ưu điểm quan trọng của ống luồn dây PVC, so với ống luồn dây kim loại, là có thể nối kết các ống bằng keo một cách nhanh chóng và dễ dàng. Sau đây là các bước cần áp dụng để có mối nối tốt:

1. Làm sạch và lau khô ống luồn dây.
2. Bôi đều keo lên đầu ống.
3. Xoay và đẩy ống luồn dây vào khớp nối cho đến khi ống chạm đáy khớp nối, sau đó xoay ống luồn dây trong khớp nối để trải đều keo. Quá nhiều keo, phần keo dư sẽ chảy vào mặt trong của ống luồn dây và làm giảm tiết diện lòng ống.

Các hoạt động này cần được hoàn thành trong vòng 20 giây. Thông thường, các mối nối sẽ khô hoàn toàn sau vài phút.

Khi sử dụng lượng keo thích hợp, quanh mối nối sẽ có lấm tấm vài giọt keo, bạn hãy dùng vải hoặc bàn chải để loại bỏ phần keo dư đó (xem Hình 12-1).

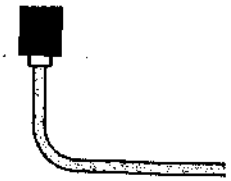
Mặc dù trên thị trường có bán nhiều loại khớp cong, nhưng hầu hết các đoạn cong trên ống luồn dây đều được thực hiện tại công trường. So với ống luồn dây bằng kim loại, các ống PVC dễ uốn hơn nhiều, đặc biệt là gần như không cần tính toán đối với các đoạn cong. Toàn bộ chiều dài của phần ống cần uốn cong phải được gia nhiệt một cách đồng đều. Phương pháp gia nhiệt ống luồn dây PVC thông dụng nhất là sử dụng hộp nóng nhỏ. Thiết bị này sử dụng nhiệt hồng ngoại mà ống luồn dây có thể hấp thu một cách nhanh chóng. Các ống PVC nhỏ thường đủ nóng để uốn trong thời gian không đầy một phút. Các ống đường kính lớn cần hai hoặc ba phút,

Kích cỡ khớp nối (in)	Lượng keo sử dụng (số lượng mối nối/pint keo)	Lượng keo sử dụng (số lượng mối nối/quart keo)
1/2	350	700
3/4	20	400
1	150	300
1,25	110	220
1,5	80	160
2	45	90
3	35	70
3,5	30	60
4	25	50
5		25
6		15

Ghi chú: *1 pint (panh) = 0,58 lít (Anh) = 0,473 lít (Mỹ)*
1 quart = 1,14 lít

Hình 12-1. Nối kết ống luồn dây PVC.

tùy theo điều kiện. Các phương pháp gia nhiệt khác là sử dụng chăn nóng và máy thổi không khí nóng. Ngoài ra, có thể gia nhiệt ống luồn dây PVC bằng cách nhúng chúng vào chất lỏng nóng (khoảng 275^0F (135^0C)). Không được sử dụng đuốc hoặc ngọn lửa khác. Ống luồn dây PVC tiếp xúc với nhiệt độ quá cao có thể chuyển sang màu nâu, cần loại bỏ các phần ống có dấu hiệu bị quá nhiệt.



Hình 12-2. Đoạn cong 90^0.

Đoạn cong 90^0 (Hình 12-2) thường được thực hiện tại đầu ống luồn dây, với phần thẳng đứng khoảng 12 - 18 in tính từ hộp ổ cắm. Đoạn cong 90^0 là một trong những đoạn cong dễ uốn nhất.



Hình 12-3. Yên ngựa

Yên ngựa (Hình 12-3) được dùng để đi ống luồn dây qua hoặc bao quanh chướng ngại vật, như đà hoặc ống chẳng hạn.

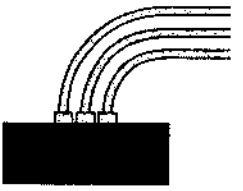


Hình 12-4. Khuỷu

Khuỷu (Hình 12-4) được thực hiện khi cần thay đổi đường đi của ống luồn dây để tránh chướng ngại vật hoặc để tiếp xúc với lỗ trên hộp nối.

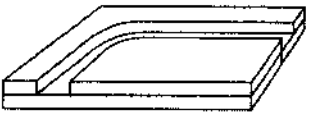
Uốn đồng tâm (Hình 12-5) là uốn nhiều ống luồn dây quanh tâm chung. Mỗi ống yêu cầu

bán kính uốn cong khác nhau. Quá trình này rất khó thực hiện với ống luồn dây kim loại, nhưng tương đối đơn giản với ống PVC.



Hình 12-5. Uốn đồng tâm

Nếu cần uốn nhiều đoạn cong giống nhau, khuôn uốn (Hình 12-6) là dụng cụ hữu ích. Khuôn uốn đơn giản có thể chế tạo bằng cách cưa ván ép theo hình dạng mong muốn. Dùng đinh đóng các miếng này lên tấm ván ép thứ hai. Đặt đoạn ống luồn dây đã gia nhiệt vào khuôn, dùng khăn ướt lau ống để làm nguội. Trong khi uốn, cần phải cẩn thận để duy trì đường kính trong của ống luồn dây.

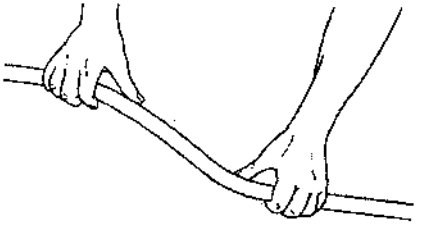


Hình 12-6. Khuôn uốn ống luồn dây

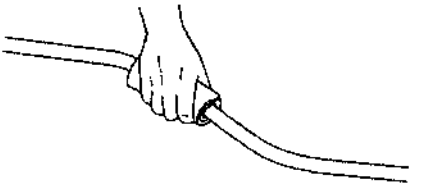
Nếu chỉ cần vài đoạn cong, bạn dùng phấn vẽ hình dạng cần uốn lên sàn nhà hoặc bàn thợ máy, sau đó uốn ống luồn dây đã gia nhiệt theo đường phấn và để nguội. Cần giữ ống luồn dây ở hình dạng mong muốn cho đến khi nguội, vì vật liệu PVC có xu hướng trở lại hình dạng ban đầu của chúng.

Một phương pháp khác là đặt phần ống luồn dây đã gia nhiệt vào vị trí lắp đặt, dùng tay uốn ống theo hình dạng lắp đặt thực tế (Hình 12-7). Sau đó lau ống bằng khăn ướt để làm nguội (Hình 12-8). Phương pháp này đặc biệt hiệu quả khi thực hiện các đoạn cong "mù" hoặc các đoạn cong phức tạp.

Khi uốn ống luồn dây PVC nhỏ (đường kính 0,5 đến 1,5 inch), bạn không cần độn ống. Nhưng với các ống lớn, ngoại trừ độ cong không đáng kể, cần gia cố mặt trong ống bằng lò xo mềm hoặc khí nén để tránh làm dẹp ống.



Hình 12-7. Uốn ống luồn dây PVC bằng tay



Hình 12-8. Làm nguội ống luồn dây PVC

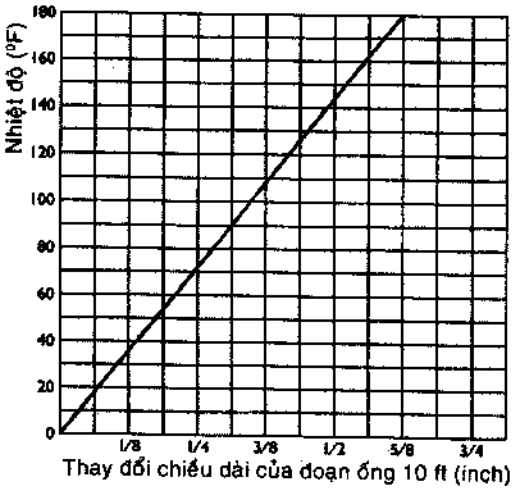
Để có đoạn cong tốt nhất (ống luồn dây không bị nhăn), bạn lắp nút bít vào hai đầu ống uốn luồn dây trước khi gia nhiệt. Không khí trong ống sẽ giãn nở trong quá trình gia nhiệt và giữ cho ống luồn dây không bị gấp nếp trong khi uốn. Không nên tháo các nút bít trước khi ống luồn dây nguội hẳn.

Khi lắp đặt ống luồn dây ở những nơi nhiệt độ thay đổi liên tục và đường ống dài, cần dự phòng để cho phép ống luồn dây PVC co giãn.

Trong trường hợp này, bạn cần lắp khớp nối giãn nở vòng O ở gần đầu cố định của đường ống, hoặc phụ kiện cố định, để hấp thu sự co giãn bất kỳ có thể xảy ra. Xác định độ co giãn khả dĩ trong các khớp nối; giá trị này có thể thay đổi theo nhà sản xuất. Đồ thị trên Hình 12-9 cho biết độ giãn nở tại các nhiệt độ khác nhau. Hệ số giãn nở tuyến tính của ống luồn dây PVC là 0,0034 in/10 ft/°F.

Các khớp nối giãn nở ít khi cần thiết trên các đường ống chôn dưới đất hoặc đi ngầm trong bê-tông. Thông thường, có thể kiểm soát sự co giãn bằng cách uốn nhẹ ống luồn dây hoặc chôn trực tiếp. Tuy nhiên, cần cẩn thận khi thực hiện hệ thống ngầm. Nếu ống luồn dây tiếp xúc với điều kiện nhiệt độ thay đổi lớn trong thời gian dài, phải thực hiện các biện pháp dự phòng cho sự co giãn.

Trong các hệ thống nổi, do tính chất bán cứng của ống luồn dây PVC, chúng cần được gia cố thích đáng. Điều này đặc biệt quan



Hình 12-9. Sự giãn nở của ống luồn dây PVC

Kích cỡ danh định (in)	Nhiệt độ cực đại (°F)						
	20	60	80	100	120	140	160
	Khoảng cách nâng đỡ ống luồn dây được đề nghị (ft)						
0,5	4	4	4	4	2,5	2,5	2
0,75	4	4	4	4	2,5	2,5	2
1	5	5	5	5	3	2,5	2,5
1,25	5	5	5	5	3	3	2,5
1,5	5	5	5	5	3,5	3	2,5
2	5	5	5	S	3,5	3	2,5
2,5	6	6	6	6	4	3,5	3
3	6	6	6	6	4	3,5	3
3,5	7	7	7	6	4	3,5	3
4	7	7	7	7	4,5	4	3,5
5	7	7	7	7	4,5	4	3,5
6	8	8	8	8	5	4,5	4

Hình 12-10. Khoảng cách nâng đỡ đối với ống luồn dây PVC ngoài trời.

trọng ở các nhiệt độ cao. Khoảng cách giữa các điểm chống đỡ phải căn cứ vào nhiệt độ có thể xảy ra tại nơi lắp đặt. Bảng trên Hình 12-10 trình bày khoảng cách giữa các điểm nâng đỡ ống luồn dây tại những nhiệt độ khác nhau.

ỐNG LUỒN DÂY KIM LOẠI CỨNG

Ống luồn dây bằng kim loại cứng mạ kẽm có thể sử dụng trong hầu hết mọi điều kiện thời tiết. Tuy nhiên, trong những vùng chịu tác động ăn mòn mạnh, không được sử dụng khớp nối và ống luồn dây bằng kim loại cứng, trừ khi có biện pháp chống ăn mòn.

Trên thực tế, đôi khi phải sử dụng dao chuyên dùng để cắt ống luồn dây cứng trong quá trình lắp đặt. Điều này nên tránh, vì dao cắt ống sẽ để lại các gờ sắc lớn bên trong ống luồn dây, phải mất thời gian để loại bỏ chúng. Phương pháp tốt hơn là dùng cưa sắt với lưỡi cưa 18 răng/inch.

Đường cắt phải vuông góc với ống luồn dây và phải khoét mép trong của ống luồn dây để loại bỏ các gờ hoặc mép sắc có thể làm hư lớp cách điện khi bạn kéo dây dẫn qua ống luồn dây. Bạn cần đo chính xác chiều dài ống luồn dây trước khi cắt, vì việc cắt lại sẽ mất thời gian và lãng phí vật tư.

Khi thực hiện các đường cắt, bạn cần có đồ gá thích hợp để giữ chặt, không cho ống luồn dây dịch chuyển. Cưa sắt chạy bằng điện và bộ lưỡi cưa đầy đủ là những dụng cụ cần thiết. Phải thực hiện đường cắt ngang qua toàn bộ ống, không nên chừa lại chút ít rồi bẻ. Mặc dù có thể sử dụng cưa sắt bằng tay để cắt ống luồn dây nhỏ, nhưng không nên sử dụng loại cưa này cho các ống lớn, ngoại trừ trường hợp khẩn cấp. Việc cắt các ống lớn bằng cưa tay không chỉ mất nhiều thời gian, mà còn rất khó thực hiện đường cắt vuông góc với ống luồn dây.

Ngoài chiều dài lắp đặt cần thiết, đối với các ống luồn dây nhỏ, bạn cần tăng thêm 3/8 inch cho vách hộp nối và ống xuyên, khoảng 1/2 inch đối với các ống lớn. Nếu cần lắp đai ốc khóa, bổ sung thêm 1/8 in cho mỗi đai ốc. Khi sử dụng thân ống luồn dây, cần tính cả chiều dài của đầu nối có ren.

Trên thực tế, việc tiện ren ống luồn dây cứng cỡ nhỏ thường sử dụng bàn kẹp ống cùng với bàn ren thích hợp. Đường ren đạt yêu cầu chỉ có được khi ống luồn dây được bôi trơn đầy đủ; sử dụng chất bôi trơn tốt với lượng dư dả.

Luôn luôn cắt ống luồn dây với đường ren đầy đủ. Nghĩa là cắt ren cho đến khi ống luồn dây đi qua khỏi bàn ren khoảng một ren. Điều này sẽ cung cấp chiều dài ren phù hợp với hầu hết các mục đích. Tuy nhiên, không nên cắt ren quá dài, vì phần ren không lắp vào khớp nối sẽ bị ăn mòn, do việc cắt ren đã loại bỏ lớp bảo vệ.

Đường ren được cắt sạch sẽ và sắc sảo cũng làm cho sự tiếp đất tốt hơn và tiết kiệm công sức. Việc thực hiện các đường ren chính xác tuy có mất thêm chút thời gian, nhưng sẽ tiết kiệm nhiều công sức khi tiến hành lắp đặt.

Trên những công trình cần nhiều đoạn ống luồn dây tương đối ngắn cho các ống nối, bạn có thể tiết kiệm thời gian cắt ren đáng kể bằng cách định kỳ thu gom các đoạn ống ngắn do các lần cắt trước loại ra, sau đó khoét và cắt ren trên một đầu bằng máy cắt ren, và tái phân phối các đoạn này vào những nơi thích hợp.

Khi sử dụng khớp nối và đầu nối không ren với ống luồn dây cứng, chúng phải chặt khít. Các khớp nối và đầu nối dùng cho ống luồn dây chôn trong bê-tông phải là loại chịu bê-tông; với các vị trí ẩm ướt, chúng phải là loại kín nước.

Sự lắp đặt ống luồn dây cứng cho các mạch nhánh thường cần nhiều đoạn cong đổi hướng đường ống, từ các khuỷu đơn giản đến khuỷu phức tạp, yên ngựa, ...

Khi uốn các khuỷu, cần tuân thủ các quy định của NEC. Nói chung, theo NEC, khuỷu hoặc đoạn cong 90^0 phải có bán kính tối thiểu bằng sáu lần đường kính trong của ống luồn dây. Như vậy, ống luồn dây 2 inch phải có bán kính uốn cong ít nhất là 12 inch; ống 3 inch là 18 inch,...

Các đoạn cong trên ống luồn dây nhỏ thường được thực hiện bằng tay với dụng cụ uốn ống. Trong trường hợp cần thực hiện nhiều đoạn cong giống nhau, bạn có thể dùng "dụng cụ uốn Chicago" kiểu trục lăn bằng tay hoặc máy uốn ống thủy lực để đơn giản hóa việc thực hiện các đoạn cong theo kích thước xác định.

Đôi khi cần phải uốn lại ống luồn dây cứng đã lắp đặt. Trong trường hợp đó, phải hết sức cẩn thận để không làm nứt, gãy, hoặc gấp nếp ống luồn dây. Thông thường, điều này sẽ được thực hiện tại vị trí ống luồn dây xuyên qua sàn bê-tông. Để uốn lại ống luồn dây, bạn cần đục bỏ phần bê-tông xung quanh ống luồn dây khoảng 10 cm, sau đó gia nhiệt ống luồn dây bằng mỏ hàn propane và uốn theo hình dạng cần thiết.

ỐNG KIM LOẠI KỸ THUẬT ĐIỆN

Ống kim loại kỹ thuật điện (EMT) có thể được lắp nổi hoặc đi ngầm, ngoại trừ những vị trí có nhiều khả năng làm hư ống, như trong bê-tông xỉ than chẳng hạn, trừ khi ống được chôn sâu cách khối này ít nhất 18 in.

Nên cắt ống EMT bằng cưa tay hoặc cưa điện, sử dụng lưỡi cưa 24 hoặc 32 răng/inch, sau đó khoét đầu cắt để loại bỏ các rìa lởm chởm. Khớp nối và đầu nối được sử dụng phải là loại liên kết chặt và phù hợp với từng trường hợp; nghĩa là phải sử dụng loại chịu bê-tông khi đi ống trong bê-tông và loại kín nước khi lắp ống ở vị trí ẩm ướt. Khi lắp nổi, ống phải có các điểm nâng đỡ cách nhau tối đa 10 ft, và cách ổ cắm hoặc các điểm nối khác trong vòng 3 ft.

Phương pháp uốn ống EMT tương tự uốn ống luồn dây cứng. Tuy nhiên, dụng cụ uốn chuyên dùng cho ống EMT là loại trục lăn. Loại dụng cụ này có các vách biên cao để chống dẹp hoặc xoắn ống, và cần dài cho phép thực hiện các đoạn cong 90^0 (hoặc nhỏ hơn) trong một lần uốn.

Nhiều thiết bị và dụng cụ tiết kiệm thời gian xuất hiện trên thị trường trong những năm vừa qua đã tạo thuận lợi cho sự lắp đặt ống EMT. Ví dụ, bàn uốn thủy lực có thể thực hiện các khuỷu 90^0 trong 5-10 giây. Giày uốn dùng cho các ống EMT 0,5-1,25 inch. Ngoài ra còn có các dụng cụ uốn cơ khí dùng cho các ống EMT có đường kính đến 2 inch.

"Thanh đẩy" tự động sẽ loại bỏ nhu cầu đối với các đầu nối dạng khuỷu khi sử dụng ống EMT 0,75 hoặc 0,5 inch. Đầu ống EMT được luồn vào các puli của thiết bị này, và chỉ cần đẩy cần thiết bị một lần là tạo được khuỷu ống hoàn hảo. Mọi đoạn cong đều đồng nhất; không cần mất thời gian sửa chữa hoặc cắt và thử.

Các thiết bị uốn ống EMT bằng tay có sẵn đồng hồ chia độ, cho phép bạn thực hiện chính xác các đoạn cong trong khoảng 15^0 đến 90^0 một cách nhanh chóng, vì không cần các lần đo trung gian.

MƯƠNG CÁP KIM LOẠI LẮP BỀ MẶT

Mương cáp kim loại lắp bề mặt là một trong các phương tiện thi công hệ thống điện nổi, thường được áp dụng đối với các tòa nhà hiện hữu cần lắp đặt hệ thống mới hoặc mở rộng hệ thống cũ. Mặc dù không bảo vệ an toàn và chắc chắn đối với dây dẫn như ống luồn dây cứng hoặc EMT, nhưng đây là phương pháp kinh tế và đáng tin cậy khi được sử dụng trong các điều kiện đã thiết kế. Ưu điểm chính của mương cáp kim loại lắp bề mặt là hình dáng gọn, đẹp khi phải đi nổi hệ thống điện trên bề mặt phòng hoàn thiện.

Mương cáp kim loại lắp bề mặt có thể sử dụng ở những nơi khô ráo, ngoại trừ các vị trí có nhiều khả năng bị hư hỏng vật lý, hoặc những nơi có điện áp 300 V trở lên giữa các dây dẫn (trừ khi độ dày của mương cáp không dưới 0,040 inch). Ngoài ra, không sử dụng mương cáp kim loại lắp bề mặt trong khu vực có các khí ăn mòn, lồng thang máy, hoặc vị trí nguy hiểm. Trong hầu hết các trường hợp, không sử dụng hệ thống này cho mạng điện ngầm.

Hình 12-11 minh họa các khớp nối thông dụng của mương cáp kim loại lắp bề mặt.

Nhiều nguyên tắc dùng cho các hệ thống điện khác cũng được áp dụng cho mương cáp kim loại lắp bề mặt. Nghĩa là hệ thống phải liên tục từ ổ cắm này đến ổ cắm khác, phải nối đất, tất cả các dây của mạch điện phải được chứa trong một mương cáp,...

Khi thi công hệ thống mương cáp kim loại lắp bề mặt, người thợ điện phải bảo đảm toàn bộ vật tư đã có sẵn trước khi bắt đầu lắp đặt. Một khớp nối bị thiếu có thể làm đình trệ toàn bộ công trình.

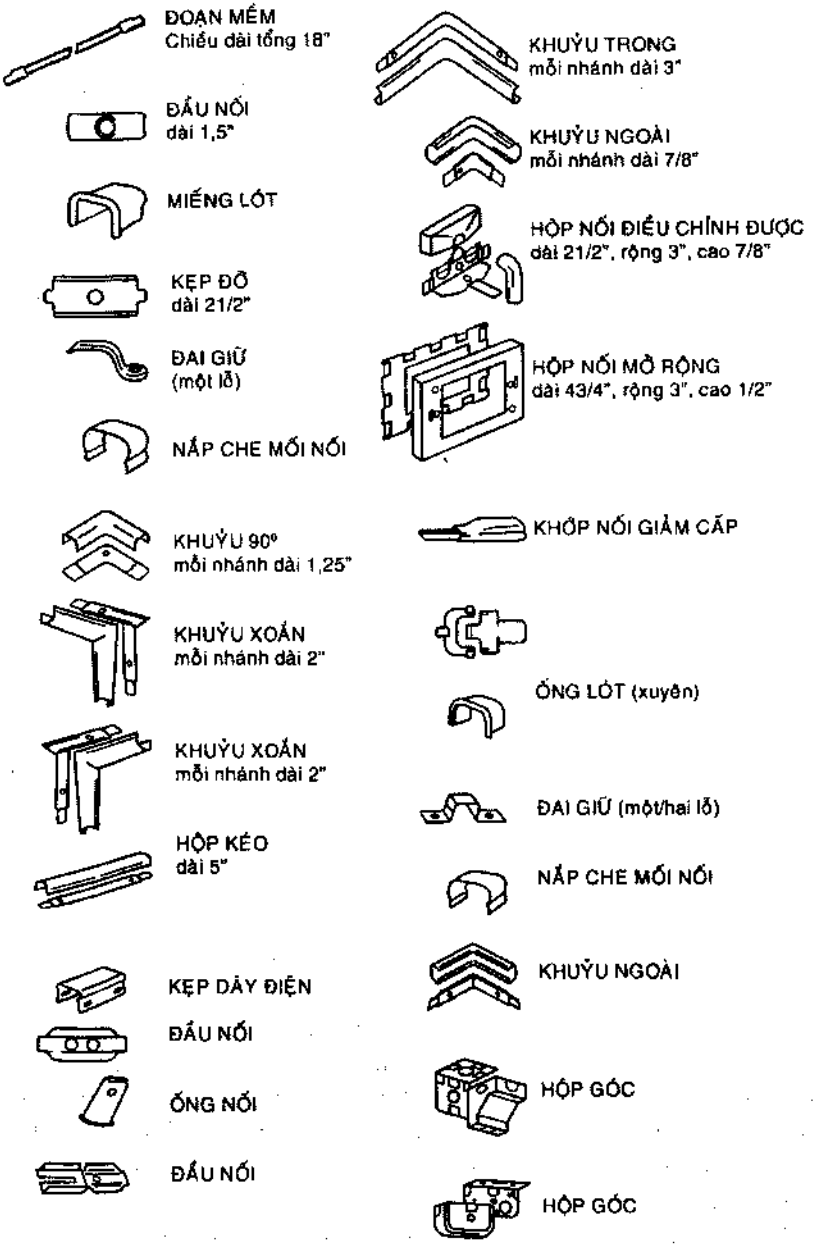
Các dụng cụ phù hợp cũng phải có sẵn để thực hiện việc lắp đặt dễ dàng hơn. Ví dụ, dụng cụ uốn mương cáp kim loại lắp bề mặt sẽ cho phép người thợ điện uốn mương cáp như ống luồn dây cứng hoặc ống EMT. Dụng cụ này có thể loại bỏ nhiều sự điều chỉnh mất thời gian, vì chúng có thể thực hiện các đoạn cong 90^0, yên ngựa, khuỷu, và nhiều dạng khác. Sau đây là một số gợi ý đối với dụng cụ uốn Wiremold Benfield:

1. Uốn với dụng cụ không có điểm tựa. Dùng tay ép dụng cụ đến mức tối đa. Duy trì lực ép để có các đoạn cong đều và chính xác.
2. Uốn trên sàn nhà. Làm việc trên các bề mặt cứng. Tránh làm việc trên vùng cát mềm hoặc tấm thảm dày.
3. Thang chia độ. Một phía của dụng cụ (phía móc khóa) được chia 500 wiremold. Phía đối diện (phía móc mở) được chia 700.
4. Đường không độ (0^0). Đường không độ ở đáy rãnh gần móc là điểm khởi đầu đoạn cong.
5. Các vết khía trên vòng cung. Các vết khía gần sát móc cho biết tâm chính xác của đoạn cong 45^0. Các số "500" và "700" cho biết vết khía cần sử dụng.

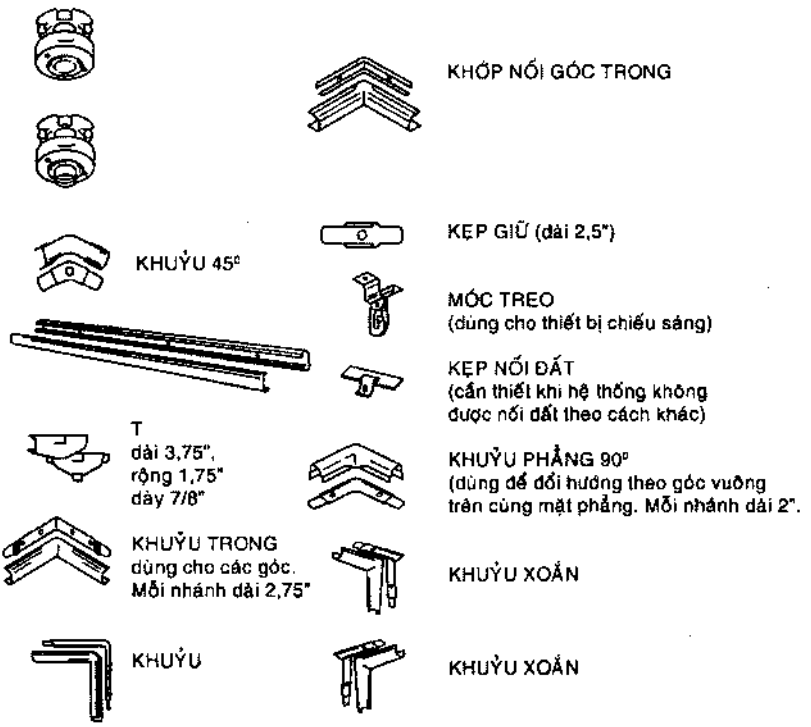
HỆ THỐNG MẠCH NHÁNH

Trong hầu hết trường hợp, sự lắp đặt các dây mạch nhánh tương đối đơn giản. Tuy nhiên, sự cân nhắc cẩn thận có thể giảm công sức và vật tư đáng kể. Sử dụng trang thiết bị hiện đại (hệ thống dây câu (mồi) chân không,...) cũng là cách để giảm công sức trong giai đoạn này. Kích cỡ, chiều dài, và loại dây câu là một trong những điều cần xem xét trước tiên. Ví dụ, nếu hầu hết đường dây giữa các ổ cắm chỉ dài khoảng 20 ft trở xuống, dây câu ngắn (25 ft) sẽ xử lý công việc thuận tiện hơn dây câu dài. Khi gặp các đường dây dài hơn, bạn nên quấn dây câu có chiều dài phù hợp vào một trong các cuộn dây câu bằng nhựa hoặc kim loại. Điều này cho phép bạn tránh dây câu thừa nằm tràn lan trên sàn nhà khi tháo và kéo dây câu qua ống luồn dây.

Khi hệ thống mương cáp có nhiều đoạn cong, sử dụng đầu dẫn mềm sẽ giúp bạn luồn dây câu dễ dàng hơn.



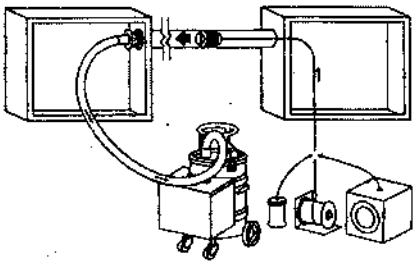
Hình 12-11. Các khớp nối dùng cho mương cáp kim loại lắp bề mặt.



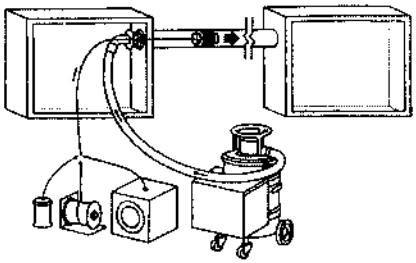
Hình 12-11 (tt)

Kết hợp máy thổi và hệ thống dây câu chân không là giải pháp lý tưởng đối với các đường dây dài, có thể tiết kiệm nhiều thời gian. Về cơ bản, hệ thống này gồm bình chứa, bơm không khí, và các phụ kiện. Bạn có thể hút (Hình 12-12) hoặc thổi (Hình 12-13) dây câu qua ống luồn dây bất kỳ có đường kính 0,5 đến 4 inch, hoặc ống luồn dây 5 và 6 inch với các phụ kiện tùy chọn.

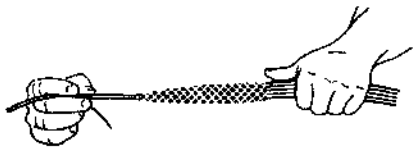
Sau khi luồn dây câu qua hệ thống mương cáp, buộc chặt các dây điện với dây câu theo phương pháp quy định. Đối với các đường dây ngắn và chỉ có vài dây dẫn, bạn tước bỏ lớp cách điện ở đầu các dây điện, quấn các đầu dây điện quanh móc dây



Hình 12-12. Hệ thống hút (chân không)



Hình 12-13. Hệ thống thổi.



Hình 12-14. Giỏ kẹp

câu, và buộc chặt chúng bằng băng keo. Khi cần kéo đồng thời nhiều dây điện qua ống luồn dây dài có nhiều đoạn cong, bạn cần buộc so le các dây điện lên dây câu để không làm tăng đường kính tổng thể. Buộc so le là dùng băng keo gắn lần lượt các dây điện với dây câu nối tiếp nhau và cách nhau một khoảng ngắn.

Các loại giỏ kẹp (Hình 12-14) có nhiều kích thước để dùng cho mọi cỡ và tổ hợp dây dẫn. Chúng được thiết kế để giữ chặt các dây dẫn với dây câu, tiết kiệm công sức và thời gian buộc các dây điện.

Trong mọi trường hợp, ngoại trừ đường dây quá ngắn, trước và trong khi kéo dây điện qua ống luồn dây, bạn cần bôi trơn các dây điện bằng chất bôi trơn dây điện chất lượng tốt. Bạn cũng cần thoa một ít chất bôi trơn vào mặt trong ống luồn dây.

Thiết bị phân phối dây điện là trợ thủ đắc lực trong việc giữ các dây dẫn thẳng, thuận lợi cho việc kéo dây. Trên thị trường hiện có nhiều loại thiết bị phân phối dây điện để xử lý các cuộn dây điện hoặc cáp có kích cỡ bất kỳ. Thiết bị phân phối nhỏ có thể xử lý đến mười cuộn dây điện số 22 đến số 10 AWG; thiết bị lớn có thể xử lý nhiều hơn.

BỘ NGẮT MẠCH DO LỖI CHẠM ĐẤT VÀ LỖI PHÓNG HỒ QUANG

Cả bộ ngắt mạch do lỗi rò điện qua đất (GFI hoặc GFCI) và bộ ngắt mạch do lỗi phóng hồ quang (AFI hoặc AFCI) đều là thiết bị tự động ngắt mạch khi phát hiện nguy cơ tiềm ẩn.

Đối với các GFI, tình huống nguy hiểm là khi dòng điện trên dây nóng và dây trung tính không bằng nhau. Nếu các dây này không mang dòng điện bằng nhau, nghĩa là dòng điện tìm được đường đi khác với đường dẫn của chúng. Trong trường hợp đó, GFI sẽ ngắt mạch để ngăn chặn nguy cơ gây thương tổn.

Theo NEC, tất cả các ổ cắm 125 V, 15 và 20 amp trong nhà phải có GFI bảo vệ. Sau đây là các khu vực trong nhà (những khu vực khác không bắt buộc) phải có GFI: phòng tắm, nhà để xe, hồ cá ngoài trời, tầng hầm không hoàn thiện, nhà bếp, bồn rửa chén, và nhà thuyền. Ở những vị trí không phải nhà ở, mọi ổ cắm 125 V, 15 và 20 amp trong các phòng tắm, nhà bếp, và nóc nhà đều phải được bảo vệ. Xem chi tiết trong *Phần 210.8* của NEC.

AFI cảm nhận tính chất điện tử của các mạch điện đang phóng hồ quang điện. Hồ quang thường gây hỏa hoạn, do đó, nhiệm vụ của AFCI là cảm biến hồ quang và ngắt mạch trước khi hỏa hoạn có thể xảy ra.

Mọi mạch điện 15 hoặc 20 amp, 125 V, trong các phòng ngủ ở gia đình đều phải được bảo vệ bằng AFI. Xem chi tiết trong *Phần 210.12* của NEC.

Lưu ý, các quy định trong NEC là áp dụng cho GFI bảo vệ *ổ cắm*, và AFI bảo vệ *mạch điện*.

CÁP MẠCH NHÁNH

Cáp có vỏ phi kim (loại NM) và cáp có vỏ kim loại (cáp AC) thường được sử dụng trong các mạng điện ở khu dân cư và thương mại nhỏ. Nói chung, có thể sử dụng hai loại cáp này để đi nổi hoặc đi ngầm ở những vị trí thường khô ráo. Có thể lắp chúng vào các khoảng trống trong khối xây hoặc tường lát gạch không tiếp xúc hoặc chịu độ ẩm quá mức. Không được lắp cáp NM ở những nơi có thể tiếp xúc với khói hoặc khí có tính ăn mòn; không chôn chúng vào bê-tông, bột trét hoặc vữa (hồ); cũng không lắp cáp NM vào các rãnh cạn trong bê-tông và che phủ bằng vữa (hồ) hoặc vật liệu hoàn thiện tương tự.

Không sử dụng cáp NM làm cáp cấp điện phụ, trong xưởng sửa chữa ô tô, nhà hát và hội trường, trong các phim trường, phòng ắc quy dự phòng, thang máy hoặc các vị trí nguy hiểm khác; không được nhúng cáp NM vào xi măng hoặc bê-tông. Cáp AC cũng có các hạn chế tương tự.

Đối với các công trình bằng gỗ, trước hết, cần khoan lỗ qua các trụ vách và đà, sau đó kéo cáp qua lỗ khoan đến các ổ cắm. Thông thường, các lỗ này có thể nâng đỡ cáp thỏa đáng, nếu chúng cách nhau không quá 1,2 mét. Những nơi không có trụ vách hoặc trụ liên kết, cần sử dụng đinh kẹp hoặc vật tương tự để giữ dây cáp. Các đinh kẹp hoặc vật đỡ dây cáp không được cách nhau quá 1,2

mét; và trong phạm vi 0,3 mét tính từ ổ cắm hoặc điểm nối, dây cáp cũng phải được nâng đỡ.

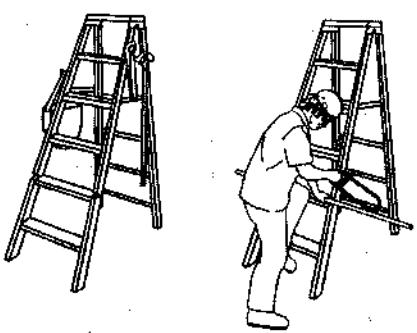
Các dụng cụ cần thiết khi thi công cáp mạch nhánh bao gồm dụng cụ tước vỏ cáp NM; cưa sắt dùng để cắt và tước vỏ dây cáp AC (BX); và phương tiện để giữ đinh kẹp, đai ốc nối dây,...

LẮP ĐẶT ỐNG LUỒN DÂY

Có thể áp dụng nhiều kỹ thuật để tăng tốc độ lắp đặt ống luồn dây.

Sự tiết kiệm công sức lắp ống luồn dây là rất quan trọng, vì việc lắp đặt mương cáp (chủ yếu là ống luồn dây) được xem công đoạn tốn nhiều công sức nhất.

Một trong các bước đầu tiên nhằm tăng tốc độ lắp đặt ống luồn dây là sử dụng thang của bạn như trạm làm việc (Hình 12-15). Hình bên trái minh họa loại thang 1,8 mét được sử dụng như trạm làm việc. Trên các tay vịn của thang có hai vết khía nhỏ, ngay trên nấc thứ hai. Bên phải thang có hai móc. Móc phía trước dùng cho cưa sắt. Móc phía sau (phía có nấc thang dạng thanh thay vì dạng bậc cấp) dùng để treo dụng cụ uốn ống luồn dây. Móc bên trái thang dùng để treo túi đựng các vật dụng nhỏ cần thiết cho sự thi công (khớp nối, đinh kẹp,...). (Đối với người thợ thuận tay trái, cần đảo ngược cách bố trí này). Như vậy, tất cả các vật dụng cần thiết cho sự thi công đều ở ngay tầm tay của người thợ điện, thay vì rải rác khắp vị trí làm việc. Nếu sử dụng móc lớn, người thợ điện có thể nhấc thang, cùng với các phụ tùng treo trên đó, và di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác một cách nhanh chóng và dễ dàng.



Hình 12-15. Sử dụng thang như trạm làm việc.

Hình 12-15, bên phải, minh họa cách sử dụng các vết khía trên tay vịn của thang để cắt ống luồn dây. Các vết khía này được cắt theo hình tam giác. Một cạnh ngang bằng với bề mặt của nấc thứ hai. Người thợ điện sẽ đặt ống luồn dây vào các vết khía này, sử dụng gối trái để giữ ống luồn dây và cắt một cách dễ dàng (giả sử người thợ điện thuận tay phải).

Đặt ống luồn dây bên dưới tấm sàn của tòa nhà thay vì đi nổi sẽ tiết kiệm khá nhiều công sức và vật tư. Sau đây là các lý do:

1. Đặt ống luồn dây trong tấm sàn có thể tiết kiệm đến 50% ống luồn dây so với đi nổi, vì có thể đi thẳng ống luồn dây đến vị trí cần thiết, không cần đi vòng theo các góc phòng.
2. Khi được chạy bên dưới tấm sàn, ống luồn dây hầu như không cần định vị. Điều này loại bỏ một khoản chi phí khá lớn về vật tư và công lao động dùng để định vị ống luồn dây.
3. Ống luồn dây thường được dùng trong tấm sàn là loại PVC thay vì ống EMT. Điều này giúp tiết kiệm chi phí vật tư, vì ống PVC rẻ hơn ống EMT. Ngoài ra, đầu nối có sẵn trên các ống PVC cũng góp phần tiết kiệm chi phí vật tư và công lao động.

Tuy nhiên, phương pháp đi ngầm có hai nhược điểm: Thứ nhất là phải lắp dây đất riêng, điều này không cần thiết khi sử dụng ống luồn dây kim loại; thứ hai là khó xử lý các sai sót và chi phí xử lý thường cao hơn so với hệ thống nổi.

Sự thi công hệ thống ngầm đòi hỏi khéo léo, tính cẩn thận và sự tập trung cao hơn so với đi nổi. Sau đây là vài gợi ý về thi công hệ thống ngầm:

1. Kiểm tra cẩn thận các số đo. Điều này đặc biệt quan trọng khi xác định điểm giữa của vách trong (vách ngăn). Các vách ngoài (tường bao) dễ xác định, vì chúng lộ rõ, nhưng các vách trong thường không được đánh dấu rõ ràng trước khi đổ bê-tông, và đôi khi chúng không kết thúc tại vị trí như trong suy nghĩ của bạn.
2. Luôn luôn lấy số đo từ điểm chuẩn cố định (vách ngoài và mối nối giãn nở hoặc mối nối sàn.
3. Đo từ nhiều hướng. Khi đo để xác định vách trong, cần thực hiện các phép đo từ nhiều điểm quan sát khác nhau. Ví dụ, lần thứ nhất bạn đo từ vách ngoài và đánh dấu vị trí. Lần tiếp theo bạn đo từ điểm quy chiếu cố định theo hướng khác. Thông thường, bạn sẽ thấy tòa nhà không được xây chính xác như trên bản vẽ. Có thể bạn phải tiếp xúc với người giám sát xây dựng tòa nhà để tìm cách xê dịch bức tường. Mặc dù điều này là bất khả kháng, nhưng dù sao cũng tốt hơn cắt tấm sàn để di chuyển ống luồn dây.

4. Bạn cần có công nhân tại hiện trường vào ngày đổ bê-tông để giám sát và kiểm tra hệ thống của bạn. Một giờ sau là quá trễ.
5. Bao bọc tất cả ống luồn dây để tránh hư hỏng trong quá trình đổ bêtông. Băng keo dùng cho ống luồn dây tương đối rẻ và hiệu quả, nhưng phải quấn nhiều lớp để chúng khó bị đâm thủng.
6. Buộc chặt các ống luồn dây đi đến vách ngoài (tường bao). Nếu được buộc chặt và bịt kín miệng ống, các ống luồn dây hầu như không bị sự cố nào.
7. Kiểm tra sự lắp đặt ống luồn dây hết sức cẩn thận. Bạn hãy nhờ người giám sát xây dựng kiểm tra mọi vị trí nghi ngờ; với tấm bê-tông, bạn sẽ không có cơ hội thứ hai.

UỐN SẴN VÀ CHUẨN HÓA

Phương pháp uốn sẵn và chuẩn hóa có thể tiết kiệm nhiều thời gian lắp đặt ống luồn dây. Khi áp dụng chính xác, kỹ thuật này có thể giúp người thợ điện lắp đặt hàng trăm mét ống luồn dây mỗi ngày.

Bước thứ nhất là lắp tất cả các hộp đấu nối vào vị trí đã định ở độ cao chuẩn hóa. Như vậy, bạn có thể uốn đồng thời tất cả các đoạn ống luồn dây từ trần nhà đến ổ cắm hoặc công tắc. Sau đây là các bước cần thực hiện:

1. Xác định độ cao lắp đặt các vỏ hộp đấu nối (tính đến đỉnh hộp), độ cao trần nhà và công trình xây dựng. Sau đó bạn có thể tính chính xác chiều dài của mỗi loại ống luồn dây theo chiều đứng.
2. Đặt số ống luồn dây cần thiết với các đầu ống tựa vào tường. Bảo đảm tất cả các đầu ống bằng nhau. Vẽ đường thẳng ngang qua tất cả các ống tại điểm cần uốn để có thể uốn chúng theo chiều dài bằng nhau.
3. Cắt hoặc đánh dấu lên các ống chính sẽ cần cắt hoặc đánh dấu. Thực hiện tất cả cùng một lúc thay vì thực hiện lần lượt mỗi khi đi đến vị trí mới.
4. Lắp đặt tất cả các đoạn ống đứng. Người thợ điện phải mặc áo khoác làm việc để có thể mang tất các khớp nối và vật dụng cần thiết, tiết kiệm thời gian tìm kiếm chúng.
5. Sau cùng, nối tất cả các ống luồn dây với nhau để hoàn tất việc lắp đặt. Nếu nghiên cứu kỹ bản vẽ và đánh dấu các đoạn ống đứng sẽ xử lý theo cách này, công việc của bạn sẽ đơn giản hơn nhiều.

XE VẬT DỤNG

Xe chở vật tư cần thiết (công tắc, ổ cắm, bảng điện, đai ốc nối dây, cọc tiếp đất, ống luồn dây mềm, và các khớp nối) có thể giúp bạn tiết kiệm nhiều thời gian. Với xe đẩy, người công nhân không mất thời gian tìm kiếm những vật dụng họ cần, vì mọi thứ đã ở ngay trước mắt. Phương thức này có thể tiết kiệm nhiều công sức và tiền bạc.

Một phương tiện có thể tiết kiệm sức lao động là xe hẩy (tấm ván hình vuông, mỗi cạnh khoảng 0,3 mét, và có gắn các bánh xe). Khi đấu nối các ổ cắm, người thợ điện có thể ngồi trên xe này để di chuyển từ ổ cắm này đến ổ cắm khác, không cần đứng lên và ngồi xuống nhiều lần.

Chương 13

HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG

Trong thời gian gần đây, lắp đặt mạng truyền thông đã trở thành công việc của người thợ điện.

SỰ MẮC NỐI ĐIỆN THOẠI THÔNG THƯỜNG

Mạng truyền thông phổ biến và đơn giản nhất là điện thoại đơn tuyến. Cáp điện thoại thường có bốn dây: lục, đỏ, đen, và vàng. Điện thoại đơn tuyến chỉ cần hai dây để hoạt động. Hầu hết các trường hợp đều sử dụng dây lục và dây đỏ. Trong đầu nối (jack cắm) bốn dây thông dụng, hai vị trí phía trong dùng cho các dây đỏ và lục, hai vị trí phía ngoài dùng cho các dây vàng và đen.

Với điều kiện hai dây ở giữa jack cắm (nhắc lại, luôn luôn là dây lục và dây đỏ) được nối với đường dây điện thoại, máy điện thoại sẽ hoạt động.

Các điện thoại hai tuyến cũng sử dụng cáp bốn dây và jack cắm như điện thoại đơn tuyến. Tuy nhiên, trong trường hợp điện thoại hai tuyến, hai dây phía trong (lục và đỏ) mang tuyến 1, và hai dây phía ngoài (đen và vàng) mang tuyến 2.

MÃ MÀU CỦA CÁP

Sự mã hóa cáp xoắn cặp sử dụng màu để xác định các dây dẫn tạo thành cặp và vị trí của cặp dây này so với các cặp khác trong cáp nhiều cặp. Sự mã hóa này còn được sử dụng để xác định dây "tip" và dây "ring" trong một cặp dây. (Dây tip là dây dương, và dây ring là dây âm).

Hệ thống kẻ sọc sử dụng hai màu tương phản để biểu diễn một cặp. Một màu được xem là màu chính, còn các màu khác là màu phụ. Ví dụ, màu chính là trắng và màu phụ là xanh, một cặp xoắn sẽ gồm một dây cáp màu trắng có các sọc xanh. Năm màu chính là trắng, đỏ, đen, vàng, và tím.

Trong cáp nhiều cặp, màu chính được dùng chung cho cả một nhóm nhiều cặp (tổng cộng là năm cặp). Ví dụ (Bảng 13-1), năm cặp đầu tiên đều có màu chính là trắng. Mỗi màu phụ (xanh, cam, lục, nâu, và xám đen) được ghép cặp với màu trắng dưới dạng kẻ

sọc. Sự kết hợp này tiếp diễn qua toàn bộ hệ thống năm màu chính (gồm 25 cặp riêng biệt). Trong các dây cáp lớn (50 cặp trở lên), mỗi nhóm 25 cặp được quấn trong một cặp ruy băng, tái hiện các nhóm màu chính kết hợp với các màu phụ tương ứng của chúng. Dấu hiệu của dải mã màu này giúp kỹ thuật viên đi cáp nhận biết nhanh chóng và nối kết chính xác các cặp dây.

Bảng 13-1. Mã màu viễn thông.

Cặp xoắn	Màu dây tip (+)	Màu dây ring (-)
1	Trắng	Xanh
2	Trắng	Cam
3	Trắng	Lục
4	Trắng	Nâu
5	Trắng	Xám đen
6	Đỏ	Xanh
7	Đỏ	Cam
8	Đỏ	Lục
9	Đỏ	Nâu
10	Đỏ	Xám đen
11	Đen	Xanh
12	Đen	Cam
13	Đen	Lục
14	Đen	Nâu
15	Đen	Xám đen
16	Vàng	Xanh
17	Vàng	Cam
18	Vàng	Lục
19	Vàng	Nâu
20	Vàng	Xám đen
21	Tím	Xanh
22	Tím	Cam
23	Tím	Lục
24	Tím	Nâu
25	Tím	Xám đen

KHỚP NỐI CÁP XOẮN CẶP

Một trong các linh kiện quan trọng đối với hoạt động của cáp xoắn cặp là khớp nối cáp (khối nối chéo). Chúng rất quan trọng, vì không có khớp nối này, cáp xoắn cặp sẽ trở thành vô dụng. Đối với cáp xoắn cặp, có ba loại khớp nối:

- Khớp nối RJ (phích cắm điện thoại)
- Khớp nối chân cắm.
- Khớp nối vô tính (khớp nối dữ liệu vô tính của IBM).

Khớp nối RJ là khớp nối chuẩn được sử dụng cho hầu hết máy điện thoại. Thuật ngữ khớp nối chân cắm nói đến các khớp nối cáp xoắn cặp thực hiện nối kết thông qua lỗ cắm và đầu cắm, ví dụ, khớp nối RS-232. Khớp nối vô tính là khớp nối không phân biệt các thành phần đực và cái; mỗi thành phần có thể cắm vào bất kỳ thành phần tương tự nào khác.

KHỚP NỐI ĐIỆN THOẠI TIÊU CHUẨN

Khớp nối điện thoại tiêu chuẩn được gọi bằng nhiều tên khác nhau (RJ và RG) để nêu lên các tính chất vật lý và điện của chúng. Các khớp nối này gồm đầu cắm và lỗ cắm. Tuy nhiên, điểm quan trọng cần lưu ý là số lượng dây dẫn có thể chứa trong mỗi loại khớp nối.

Cấu hình phổ biến của các khớp nối điện thoại là loại bốn, sáu, hoặc tám dây. Trong đó, khớp nối bốn dây, hỗ trợ hai cặp dây xoắn, thường được dùng để nối kết hầu hết các bộ thu phát (ống nghe nói) của máy điện thoại với thiết bị thu của chúng.

Loại sáu dây thông dụng, hỗ trợ ba cặp dây xoắn, là khớp nối RJ-11 dùng để nối hầu hết các máy điện thoại với công ty điện thoại hoặc các hệ thống PBX. Khớp nối R-45 là loại tám dây, được sử dụng trong hệ thống ISDN để làm giao diện phía người dùng cho các đầu cuối ISDN.

Trong các tòa nhà, khớp nối sáu dây là phổ biến nhất. Tuy nhiên, khớp nối tám dây đang nhanh chóng trở thành loại thông dụng, vì nhiều công ty đang kéo cáp xoắn cặp trong các bó bốn cặp dùng cho tiếng nói và dữ liệu. Ngoài ISDN, khớp nối tám dây còn được dùng cho nhiều ứng dụng công cộng khác, ví dụ, tiêu chuẩn IEEE 802.3 10BaseT mới dùng cho Ethernet qua cáp xoắn cặp.

Các loại khớp nối này thường có chốt khóa, không thể cắm các đầu cắm khác loại. Có hai kiểu khóa: khóa cạnh và khóa chuyển.

Khóa cạnh sử dụng miếng nhựa gài vào một cạnh của khớp nối. Loại này thường được sử dụng khi có nhiều khớp nối.

Khóa chuyển yêu cầu dịch chuyển vị trí ngàm kẹp về bên trái hoặc phải của khớp nối thay vì để nguyên ở giữa. Kiểu khóa này thông dụng hơn trên các khớp nối dữ liệu so với khớp nối tiếng nói.

Lưu ý, mặc dù các khớp nối này được sử dụng cho loại hệ thống nhất định (dữ liệu, tiếng nói, ...), nhưng không có tiêu chuẩn chính thức. Bạn có thể sử dụng khớp nối theo ý bạn. Ở đây chỉ trình bày những vị trí chúng được sử dụng cho mục đích truyền thông.

KHỚP NỐI CHÂN CẮM

Trên thị trường hiện có nhiều loại khớp nối chân cắm. Phổ biến nhất là khớp nối RS232, thường được sử dụng cho các cổng máy tính. Khớp nối chân cắm phổ biến khác là loại DB, có dạng tròn, và thường được sử dụng cho bàn phím máy tính.

Có thể sử dụng các loại khớp nối chân cắm để nối kết vài dây dẫn (năm dây: loại DB) hoặc nhiều hơn 50 dây (loại RS).

Các khớp nối 50 chân thường được sử dụng với cáp xoắn cặp khi nối với thiết bị nối chéo, bảng nối, và trang thiết bị truyền thông dùng cho hoạt động mạng.

KHỚP NỐI VÔ TÍNH

Các khớp nối vô tính hầu như chỉ dành riêng cho mạng token-ring (mạng tiếp sức vòng tròn). Khác với các loại có thành phần đực và cái, khớp nối vô tính không phân biệt cái và đực. Có thể cắm khớp nối vô tính vào bất kỳ khớp nối vô tính nào khác.

Các khớp nối này thường được gọi là khớp nối dữ liệu IBM và rất ít khi được sử dụng, ngoại trừ các hệ thống của IBM.

NỐI CHÉO

Sự nối chéo được thực hiện tại các khối đầu cuối. Thông thường, khối này là hộp nhựa màu trắng, hình chữ nhật, có các điểm nối kết bằng kim loại. Thông dụng nhất là *khối đục lỗ*, thường thấy trong các doanh nghiệp, nơi thực hiện các nối kết điện thoại chính. Khối này được gọi là khối đục lỗ, vì các nối kết được thực hiện bằng cách đẩy các dây có cách điện vào vị trí của chúng. Khi được cắm vào, khớp nối cắt ngang qua lớp cách điện và thực hiện sự nối kết.

Nối kết được thực hiện giữa các khối đục lỗ bằng cách sử dụng *dây nối tạm*. Dây nối tạm chỉ là đoạn cáp ngắn có thể được kết thúc trong các rãnh đục lỗ hoặc trang bị các khớp nối trên hai đầu cáp.

Sự nối chéo được sử dụng khi cần liên kết các hệ thống khác nhau.

CÁC QUY ĐỊNH VỀ LẮP ĐẶT

Điều 800 của NEC trình bày về các mạch truyền thông, chẳng hạn, các hệ thống điện thoại, hệ thống báo cháy và hệ thống chống trộm. Nói chung, phải tách các mạch này khỏi mạch điện và phải nối đất. Ngoài ra, nếu chạy ngoài trời (dù chỉ một phần), chúng phải có thiết bị bảo vệ (bộ triệt xung điện áp).

Sau đây là những quy định đối với các hệ thống này.

CÁC DÂY ĐI VÀO TÒA NHÀ

Nếu dây truyền thông và dây điện có trụ đỡ chung hoặc chạy song song nhau, các điều kiện sau đây phải được đáp ứng:

1. Ở những nơi có thể, dây truyền thông phải thấp hơn dây điện.
2. Không được nối các dây truyền thông với thanh ngang (xà).
3. Các dây cấp điện chính phải cách dây truyền thông ít nhất là 12 inch.

Dây truyền thông phía trên mái nhà phải có khoảng hở như sau:

1. Mái bằng: 8 ft.
2. Nhà để xe và các công trình phụ khác: Không yêu cầu.
3. Các phần chìa ra của mái nhà không quá 4 ft: 18 inch.
4. Các mái nhà có độ dốc 33%: 3 ft.

Các dây truyền thông đi ngầm dưới đất phải được cách ly với dây điện trong các hố nối bằng gạch, bê-tông, hoặc ngói.

Dây truyền thông phải cách xa các dây của hệ thống chống sét ít nhất 6 ft.

BẢO VỆ MẠCH TRUYỀN THÔNG

Các thiết bị bảo vệ là bộ chống sét lan truyền được thiết kế theo yêu cầu riêng của mạch truyền thông. Chúng được yêu cầu cho tất cả các mạch trên không nằm ngoài khối nhà. Trong khối nhà, chúng phải được lắp đặt trên tất cả các mạch có thể tiếp xúc ngẫu nhiên với mạch điện trên 300 V so với đất.

Sau đây là các quy định khác:

- Vỏ kim loại của mọi cáp truyền thông phải được nối đất hoặc làm gián đoạn bằng mối nối cách điện ở gần vị trí chúng đi vào

tòa nhà. (Vị trí đi vào nhà là nơi cáp truyền thông đi qua tường ngoài, sàn bê-tông, hoặc đi ra khỏi ống luồn dây cứng được nối đất hoặc ống luồn dây kim loại trung bình).

- Dây nối đất dùng cho các mạch truyền thông phải là dây đồng hoặc làm bằng vật liệu chống ăn mòn khác, và phải có cách điện phù hợp với khu vực lắp đặt.
- Dây nối đất của hệ thống truyền thông không thể nhỏ hơn dây số 14 AWG.
- Dây nối đất nên chạy thẳng đến điện cực nối đất và phải được bảo vệ, nếu cần.
- Nếu dây nối đất được bảo vệ bằng mương cáp kim loại, phải liên kết mương cáp với dây nối đất trên cả hai đầu.

Có thể sử dụng một trong các vật sau đây làm điện cực tiếp đất cho hệ thống truyền thông:

- Điện cực nối đất của hệ thống điện.
- Hệ thống ống kim loại ngầm trong nhà. (Không sử dụng hệ thống ống khí đốt).
- Mương cáp bằng kim loại của cáp cấp điện chính.
- Các vỏ hộp của trang thiết bị điện.
- Điện cực nối đất riêng.

Nếu tòa nhà không có hệ thống điện cực nối đất, có thể sử dụng các vật sau đây làm điện cực nối đất:

1. Điện cực nối đất của hệ thống điện (xem *Phần 250.52* của NEC).
2. Kết cấu kim loại tiếp xúc với đất.
3. Ống hoặc thanh tròn dài ít nhất 5 ft và có đường kính 0,5 inch. Nên cắm thanh này vào vùng đất ẩm (nếu có thể) và phải tách khỏi dây dẫn hoặc dây đất của hệ thống chống sét.

Sự nối kết điện cực tiếp đất phải được thực hiện theo phương pháp quy định.

Nếu hệ thống điện và hệ thống truyền thông sử dụng các điện cực tiếp đất riêng, phải liên kết chúng bằng dây đồng số 6 AWG. Các điện cực khác cũng có thể được liên kết. Điều này không áp dụng cho nhà di động.

Đối với nhà di động, nếu không có thiết bị cấp điện hoặc ngắt mạch trong phạm vi 30 ft tính từ vách nhà di động, mạch truyền

thông phải có điện cực nối đất riêng. Trong trường hợp này, nếu nhà di động được cấp điện bằng dây và phích cắm, phải liên kết thiết bị bảo vệ mạch truyền thông với khung nhà di động hoặc cực tiếp đất bằng dây đồng số 12 AWG.

DÂY TRUYỀN THÔNG TRONG NHÀ

Các dây truyền thông phải cách xa dây điện hoặc dây Loại 1 ít nhất 2 inch, trừ khi chúng luôn luôn tách rời nhau, hoặc dây điện hoặc dây Loại 1 được đặt trong:

1. Mương cáp.
2. Cáp AC, MC, UF, NM, hoặc cáp có vỏ kim loại.

Cáp truyền thông được phép đặt chung trong mương cáp, hộp nối, hoặc cáp với một trong các hệ thống sau:

1. Mạch điều khiển từ xa thuộc Loại 2 và 3, mạch phát tín hiệu, và mạch công suất hạn chế.
2. Các hệ thống báo cháy có công suất giới hạn.
3. Các cáp sợi quang có tính dẫn điện hoặc không dẫn điện.
4. Hệ thống phát thanh và hệ thống truyền hình chung.

Các dây truyền thông không được phép đặt chung trong mương cáp hoặc khớp nối với mạch động lực hoặc mạch điện thuộc Loại 1.

Không được nâng đỡ các dây truyền thông bằng mương cáp, ngoại trừ mương cáp chạy thẳng đến thiết bị mà mạch truyền thông đó phục vụ.

Các lỗ trống trên vách, sàn chịu lửa,... phải được bít kín bằng vật liệu chống cháy thích hợp.

Mọi cáp truyền thông đặt trong hệ thống thông gió hoặc khu vực xử lý không khí phải thuộc loại chuyên dùng cho các vị trí đó.

Có thể lắp cáp truyền thông và cáp đa năng trong khay cáp.

MẠNG CẤU TRÚC

Các mạng dữ liệu hiện đại thường được gọi là mạng cấu trúc hoặc Ethernet. Mạng cấu trúc là hệ thống cáp và phần cứng kết hợp hoàn chỉnh và phải phù hợp với Chuẩn mạng cấu trúc EIA/TIA 568.

Mạng cấu trúc là hệ thống cáp mạng được thiết kế và lắp đặt theo các tiêu chuẩn đã xác lập trước. Sau đây là các ưu điểm của mạng cấu trúc:

- Đi dây trước cho các tòa nhà mới (hoặc tân trang) mà không cần biết nhu cầu truyền thông dữ liệu của những người cư trú.
- Bảo đảm sự phát triển và tái cấu hình trong tương lai bằng các tôpô định trước và các đặc điểm vật lý, ví dụ, các khoảng cách.
- Hỗ trợ nhiều loại sản phẩm: cáp, khớp nối, phích cắm, bộ điều hợp, balun (cân bằng/không cân bằng), và các bảng nối tạm.
- Tích hợp tiếng nói, hình ảnh, và tất cả các dạng truyền dữ liệu khác.
- Dễ quản lý cáp và cách ly sự cố.
- Có thể hoàn tất mạng cáp dữ liệu trong khi công việc xây dựng đang tiến hành.

EIA/TIA 568

Tiêu chuẩn thông dụng nhất đối với các mạng cấu trúc là EIA/TIA 568, hoặc 568A. Chuẩn đi cáp EIA/TIA 568 chấp nhận bốn loại cáp và hai loại ngõ ra dùng trong viễn thông.

Sau đây là vài tham số của Chuẩn 568:

- Đến 50.000 người dùng.
- Giới hạn khoảng cách ngang 90 mét giữa closet và desktop.
- Bốn cặp dây dẫn đến mỗi ngõ ra (tất cả phải được kết nối).
- Không sử dụng cáp 25 cặp (do nhiễu xuyên âm (tiếng nói xen)).
- Không sử dụng hệ thống dây cũ đã có sẵn.
- Không sử dụng cách bố trí dây điện thoại thông thường và các nhánh bắc cầu.
- Yêu cầu các quy trình kiểm tra trên phạm vi rộng.

Sau đây là các vật tư thường dùng cho mạng cấu trúc (568):

- Cáp UTP 100 ohm bốn cặp. Cáp này gồm nhiều dây cỡ 24 AWG, cách điện bằng nhựa nhiệt dẻo, được định hình thành bốn cặp xoắn riêng biệt và bọc trong vỏ nhựa nhiệt dẻo. Cũng có thể sử dụng cáp 22 AWG bốn cặp và cáp bốn cặp xoắn có giáp bảo vệ, nếu chúng đáp ứng các yêu cầu truyền phát.
- Đường kính cực đại tính cả vỏ cách điện là 1,22 mm (0,048 in.).
- Các cặp xoắn không nhất thiết phải giống nhau hoàn toàn. Chiều dài xoắn cặp được nhà sản xuất lựa chọn để bảo đảm đáp ứng các yêu cầu về nhiễu xuyên âm của tiêu chuẩn này.

Các vấn đề về truyền phát

Về bản chất, gởi dữ liệu và gởi dòng điện qua dây đồng là như nhau, ngoại trừ cường độ dòng điện và các dây dẫn nhỏ hơn nhiều, tính chất điện áp và dòng điện cũng khác nhau.

Đối với dòng điện, bạn quan tâm đến đường đi của dòng điện, nhưng ít quan tâm đến chất lượng dòng điện đi từ điểm này đến điểm khác. Đối với mạng dữ liệu, bạn phải xem xét hai tính chất của sự truyền phát:

1. **Đường dẫn từ máy này đến máy kế tiếp phải thông thoáng.** Ở đây bạn cần quan tâm đến cường độ tín hiệu; tín hiệu đến cuối đường truyền phải còn đủ cường độ hữu dụng.
2. **Tín hiệu phải có chất lượng tốt.** Ví dụ, nếu bạn gởi tín hiệu digital sóng vuông vào một đầu cáp, tín hiệu xuất hiện ở đầu cáp bên kia phải có dạng sóng vuông tốt. Nếu bị biến dạng, tín hiệu này sẽ vô dụng, dù cường độ vẫn mạnh.

Vấn đề chính đối với hệ thống điện là sự tổn thất công suất (*sụt áp*). Với tín hiệu dữ liệu, bạn cũng gặp vấn đề này khi gởi chúng qua dây dẫn có điện trở quá cao (thường do khoảng cách). Với hệ thống cáp dữ liệu, vấn đề này được gọi là *sự suy giảm* và dẫn đến thiếu công suất, tương tự sự sút áp. Vấn đề chất lượng tín hiệu lại hoàn toàn khác. Truyền đủ tín hiệu từ đầu cáp này đến đầu cáp khác là điều bắt buộc, nhưng bạn còn phải bảo đảm tín hiệu ở đầu cuối không bị biến dạng đến mức trở thành vô dụng.

Lắp đặt cáp

Trong quá trình lắp đặt hệ thống truyền thông dữ liệu, các dây cáp sẽ được thi công như cáp điện bình thường. Điều quan trọng là bạn phải tuân theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất. Việc sử dụng các khớp nối và đầu nối phù hợp cũng quan trọng. Có nhiều loại khớp nối khác nhau, và sự sắp xếp các khớp nối phù hợp có tính chất quyết định đối với các nối kết trang thiết bị chính thức.

Khi kéo các đường cáp chính, những điều kiện bổ sung phải được đáp ứng. Nói chung, cách lắp đặt các dây này tương tự lắp đặt dây điện, nhưng phải cẩn thận hơn. Vì cáp truyền thông rất nhỏ, độ bền kéo của cáp cũng giảm tương ứng. Lực ép cũng có nguy cơ làm hư lớp cách điện của các dây đơn lẻ, dẫn đến giảm hiệu suất. Sau đây là một số nguyên tắc chung:

1. Ứng suất kéo không được vượt quá 20% độ bền kéo cực đại của cáp (có thể lấy các số liệu này từ nhà sản xuất cáp).
2. Bôi trơn mương cáp bằng hợp chất kéo cáp một cách hào phóng. (Tham khảo ý kiến của nhà sản xuất về chất bôi trơn phù hợp nhất với từng loại cáp).
3. Sử dụng khoen kéo cáp khi lắp đặt qua miệng hố.
4. Đối với các đường cáp dài đi ngầm dưới đất, kéo cáp theo cả hai chiều từ miệng hố chính để tránh nối ghép. Sử dụng khoen kéo trên mỗi đầu cáp.
5. Không uốn cong, lắp đặt, hoặc đi cáp bất kỳ theo bán kính nhỏ hơn 12 lần đường kính cáp.

Kiểm tra

Người lắp đặt hệ thống truyền thông dữ liệu thường phải chứng minh chất lượng công việc và vật tư của họ qua việc kiểm tra tất cả các đường cáp đã lắp đặt bằng thiết bị chuyên dùng. Đồng hồ đa năng digital đơn độc không đủ cho nhiệm vụ này. Mặc dù đồng hồ đa năng loại tốt có thể xác nhận tín hiệu đi từ đầu cáp này đến đầu cáp kia, nhưng chúng không thể xác định chất lượng tín hiệu. Có các xung không? Tỷ số suy giảm trên nhiễu xuyên âm là bao nhiêu? Thiết bị kiểm tra không thể thực hiện tốt những điều này sẽ không thích hợp cho sự kiểm tra mạng dữ liệu.

Ngoài ra, thiết bị kiểm tra có chức năng lưu các kết quả và truyền chúng đến chương trình máy tính sẽ càng hữu ích hơn. Chức năng này sẽ tiết kiệm nhiều thời gian khi hoàn công.

Bạn cần kiểm tra cáp dữ liệu mỗi khi lắp đặt, tháo, hoặc xử lý sự cố tại trạm làm việc gắn với mạng LAN để ngăn ngừa những vấn đề ảnh hưởng đến hiệu suất của mạng tốc độ cao.

Decibel

Trong hệ thống cáp dữ liệu, hầu hết các mức công suất, năng lượng, các tổn thất hoặc suy giảm đều được biểu diễn bằng decibel thay vì watt. Lý do là vì các tính toán truyền phát và phép đo hầu như luôn luôn được thực hiện dưới dạng so sánh với chuẩn quy chiếu: công suất nhận so với công suất phát, năng lượng vào so với năng lượng ra (năng lượng tổn thất trong nối kết),...

Thông thường, các mức năng lượng (phát, nhận, ...) được biểu

diễn bằng dBm. Nghĩa là mức quy chiếu 0 dBm tương ứng với công suất 1 mW (miliwatt).

Nói chung, tổn thất công suất hoặc độ lợi (suy giảm trong cáp, tổn thất qua khớp nối,...) được biểu diễn bằng dB. Đơn vị dB được sử dụng cho các mức rất thấp.

Số đo decibel có ý nghĩa như sau: Mức chênh lệch 3 dB tương đương với sự nhân đôi hoặc chia hai công suất.

Độ lợi công suất 3 dB nghĩa là công suất quang đã được nhân đôi. Độ lợi 6 dB có nghĩa là công suất đã được nhân đôi hai lần, tức bằng bốn lần công suất ban đầu. Tổn thất công suất 3 dB có nghĩa là công suất đã bị giảm một nửa. Tổn thất 6 dB nghĩa là công suất đã bị giảm một nửa, rồi lại giảm thêm một nửa, tức là bằng một phần tư công suất ban đầu.

Tổn thất công suất 3 db tương đương với tổn thất 50%, ví dụ, 1 mW công suất vào và 0,5 mW công suất ra.

Tổn thất 6 dB sẽ bằng tổn thất 75% (1 mW vào; 0,25 mW ra).

Thời điểm kiểm tra

Sự kiểm tra cáp mạng phải được thực hiện trong quá trình lắp đặt và sau khi hoàn tất hệ thống. Sự kiểm tra trong quá trình lắp đặt giúp bạn phát hiện các vấn đề khi chúng còn dễ sửa chữa. Sự kiểm tra sau khi hoàn tất không chỉ là thói quen tốt mà còn là yêu cầu bắt buộc đối với các hệ thống truyền thông.

Trang thiết bị kiểm tra cáp

Sau đây là các dụng cụ kiểm tra thông dụng nhất đối với cáp dữ liệu bằng đồng (sợi quang sẽ được trình bày ở cuối chương này):

- **DVM** (volt kế digital). Đo điện áp.
- **DMM** (đồng hồ đa năng digital). Đo volt, ohm, điện dung, và tần số.
- **TDR** (Phản xạ kế vùng thời gian-Time Domain Reflectometer). Đo chiều dài cáp, xác định vị trí trở kháng không tương hợp.
- **Máy phát âm thanh (tone) và bộ khuếch đại cảm ứng.** Dùng để dò các cặp cáp, theo dõi các dây cáp giấu trong tường hoặc trần nhà. Máy phát sẽ đưa tín hiệu âm thanh 2 kHz lên cáp được kiểm tra, bộ khuếch đại cảm ứng sẽ phát hiện và phát tín hiệu này qua loa trong.

- **Thiết bị kiểm tra bản đồ đi dây.** Kiểm tra cáp đối với các mạch bị hở hoặc ngắn mạch, các cặp bị đảo, các cặp bị chéo, và các cặp bị chia tách.
- **Thiết bị kiểm tra nhiễu âm, 10BaseT.** Kiểm tra các nhiễu âm thường xảy ra, và cường độ của chúng, trong vài khoảng tần số, có thể thực hiện với nhiều loại thiết bị kiểm tra cáp cầm tay.
- **Butt set.** Khi mắc nối tiếp bộ thu phát của máy điện thoại với ắc quy (ắc quy trong máy phát âm thanh chẳng hạn) có thể truyền tiếng nói qua cặp cáp đồng. Điều này có thể áp dụng cho việc sửa chữa điện thoại tạm thời trong tủ đấu nối.

Màu cáp

Mặc dù không rạch ròi và nghiêm ngặt như mã màu dây dẫn điện, nhưng cáp dữ liệu cũng có mã màu và bạn nên tuân theo chúng. (Trong hệ thống điện, nhiều linh kiện sẽ nổ tung nếu bạn không sử dụng mã màu. Với hệ thống dữ liệu, chúng chỉ không hoạt động).

Tiêu chuẩn quản trị cáp (EIA 606) liệt kê các màu và chức năng của cáp dữ liệu như sau:

Xanh. Cáp tiếng nói đi ngang.

Nâu. Đường trục liên tòa nhà.

Xám. Đường trục cấp hai.

Lục. Các nối kết mạng và mạch phụ.

Cam. Điểm phân ranh giới, cáp điện thoại từ tổng dài chính.

Tía. Đường trục cấp một.

Đỏ. Các hệ thống điện thoại kiểu phím.

Bạc/trắng. Cáp dữ liệu ngang, máy tính, và thiết bị PBX.

Vàng. Các thiết bị báo động phụ, bảo trì, và an ninh.

SỢI QUANG

Trong lĩnh vực truyền thông, không công nghệ nào có nhiều ưu điểm bằng cáp sợi quang. Môi trường này có thể truyền tải rất nhiều dạng tín hiệu truyền thông với hiệu suất cao hơn hẳn so với các phương tiện khác.

Cáp sợi quang thường được sử dụng cho điện thoại đường dài và các mạng máy tính, nhưng hiện nay chúng bắt đầu được sử dụng cho các hệ thống điện thoại nội hạt.

Bạn có thể bảo đảm rằng số lượng cáp quang được lắp đặt sẽ tăng vọt trong các năm tới.

NỐI GHÉP SỢI QUANG

Công đoạn tốn nhiều công sức nhất khi lắp đặt sợi quang là nối ghép và kết thúc các sợi này. Đây là công việc mất thời gian, buồn tẻ, và đôi khi bực bội. Thông thường, thời gian cần thiết để thực hiện một mối nối có thể lên đến 1 giờ. Các linh kiện đời mới dùng để nối ghép và kết thúc cáp đang tiếp tục cải thiện và giảm thời gian này, nhưng thời gian nối ghép vẫn còn dài.

Khi lắp đặt cáp quang, bạn phải hết sức cẩn thận để tránh các nối ghép không cần thiết. Sự nối ghép cáp quang cần nhiều công sức, do đó, quá nhiều mối nối sẽ làm tổn hao công sức quá mức.

Hai kiểu nối ghép thông dụng: nối ghép nóng chảy và nối ghép cơ học. Các kiểu nối ghép này có thể giảm tổn thất đến dưới 0,2 dB.

Nối ghép nóng chảy được thực hiện bằng cách gọt các đầu cáp thành hình vuông. Sau đó đặt các đầu cáp thẳng hàng với nhau và dùng hồ quang điện làm nóng chảy các đầu cáp để chúng nối kết với nhau thành sợi liên tục. Sau khi nối ghép, mối nối được bao bọc và gia cố để tránh nứt gãy. Các máy nối ghép nóng chảy khá đắt tiền và cần thời gian huấn luyện dài.

Nối ghép cơ học được phát triển như một giải pháp thay thế phương pháp nối ghép nóng chảy, vì không thể áp dụng phương pháp nối ghép nóng chảy cho mọi môi trường và chi phí cao. *Phương pháp cơ học* sử dụng các nguyên lý như nối ghép nóng chảy, nhưng thực hiện theo cách khác. Tổn thất giảm nhờ sự định vị các đầu cáp sát nhau trong rãnh, ống nối (măng-sông) bằng nhựa, ống lót điều chỉnh được. Các đầu cáp được nối kết bằng keo quang học đông cứng dưới tia cực tím. Mối nối cơ học có tổn thất 0,4 dB hoặc thấp hơn và có thể thực hiện trong các môi trường khắc nghiệt hơn.

CÁC LOẠI CÁP

Cấu trúc vật lý của các cáp quang không chịu sự chi phối của bất kỳ cơ quan nào. Người thiết kế hệ thống tùy ý chọn loại cáp để bảo đảm chúng đáp ứng các yêu cầu ứng dụng. Tuy nhiên, có bốn loại cáp nổi bật đóng vai trò tiêu chuẩn thực tế (không chính thức) đối với nhiều ứng dụng khác nhau:

Simplex and zip cord. Một hoặc hai sợi quang được đệm chặt, bao bọc và gia cố bằng Kevlar. Chủ yếu được dùng làm dây nối và các ứng dụng trên bảng nối đa năng.

Cáp tightpack. Còn gọi là cáp phân phối, gồm nhiều sợi quang được đệm chặt và bó trong cùng vỏ bọc với chất gia cố Kevlar. Loại cáp này có kích thước nhỏ, nhưng do các sợi không được gia cố riêng lẻ, chúng cần được kết thúc trong bảng nối hoặc hộp nối.

Cáp breakout. Loại cáp này gồm nhiều đơn vị đơn công được buộc với nhau. Chúng có thiết kế vững chắc, lớn và đắt hơn cáp tight-pack. Do mỗi sợi được gia cố riêng lẻ, thiết kế này cho phép nối kết vững chắc với các khớp nối và có thể đưa trực tiếp đến bảng nối đa năng của máy tính.

Cáp loose tube. Gồm nhiều sợi quang được buộc với nhau để tạo thành dây cáp nhỏ, nhiều sợi. Loại cáp này rất thích hợp cho các ứng dụng điện thoại đường dài đặt ngoài trời. Tùy theo cấu trúc thực tế, có thể đặt chúng trong ống luồn dây, treo trên cao, hoặc chôn trực tiếp xuống đất.

Cáp lai hoặc cáp tổng hợp. Thuật ngữ này dễ gây nhầm lẫn, nhất là khi NEC vừa mới chuyển tên loại cáp này từ *lai* sang *tổng hợp*. Theo thuật ngữ mới, cáp tổng hợp là cáp chứa một số dây đồng được bao bọc đúng quy cách và có vỏ ngoài, trong cùng một bộ cáp như các sợi quang, tùy theo ứng dụng. Trong các ấn phẩm của NEC trước năm 1993, cáp này được gọi là cáp *lai*.

Thuật ngữ này càng dễ nhầm lẫn hơn, vì có một loại cáp cũng được gọi là cáp tổng hợp, nhưng chỉ chỉ chứa các sợi quang gồm hai loại khác nhau: đa mode và đơn mode.

Lưu ý, các thuật ngữ này dễ bị hiểu lầm, vì nhiều người sử dụng chúng một cách tùy tiện. Để tránh nhầm lẫn, ở đây sử dụng thuật ngữ cáp tổng hợp cho cáp sợi quang/đồng theo đúng định nghĩa trong NEC, và sử dụng từ cáp lai cho cáp sợi quang/sợi quang.

LẮP ĐẶT

Mặc dù phương pháp lắp cáp sợi quang tương tự lắp cáp điện, nhưng có hai vấn đề rất quan trọng phải được áp dụng cho cáp sợi quang:

1. Không được kéo bản thân sợi quang.
2. Không được phép uốn cong hoặc thắt nút.

Để tuân thủ hai nguyên tắc này, bạn phải xác định thành phần

chịu lực và các sợi quang trong dây cáp, sau đó kéo trực tiếp lên thành phần chịu lực. Bằng cách chú ý các giới hạn độ bền, bán kính uốn cong tối thiểu, và tránh tiếp xúc với các mép sắc, bạn có thể tránh được sự hư hỏng cáp.

ĐI CÁP TRONG KHAY

Phải đặt cáp sợi quang vào khay cáp một cách cẩn thận, không kéo mạnh lên vỏ cáp. Vị trí đặt cáp phải bảo đảm chúng không bị chèn ép. Đối với các hệ thống trong nhà, nên sử dụng cáp chống cháy.

LẮP ĐẶT THEO CHIỀU ĐỨNG

Các sợi quang lắp trong khay cáp, mương cáp, hoặc trục đứng cần được kẹp ở các khoảng cách đều đặn sao cho toàn bộ trọng lượng cáp được nâng đỡ tại đỉnh. Phải nâng đỡ trọng lượng cáp một cách đều đặn trên toàn bộ chiều dài cáp. Đối với các hệ thống đặt ngoài trời chịu tác động của gió, khoảng cách kẹp là 3 ft; đối với các hệ thống lắp trong nhà, khoảng cách kẹp có thể đến 50 ft.

Khi được lắp theo chiều đứng, các sợi quang đôi khi có xu hướng tuột xuống phía dưới, đặc biệt trong thời tiết lạnh, gây tổn thất (suy giảm) tín hiệu. Điều này có thể ngăn chặn bằng cách tạo vài vòng có đường kính khoảng 1 ft tại đỉnh đường dây cáp, chân đường cáp, và tại mỗi khoảng cách tối đa 500 ft ở giữa.

ĐI CÁP TRONG ỐNG LUỒN DÂY

Đối với mọi trường hợp, ngoại trừ các đường ống quá ngắn, cáp đệm lỏng phù hợp hơn, vì chúng cứng hơn và vỏ ngoài thường tạo ra ma sát ít hơn so với cáp đệm chặt.

Chất bôi trơn cáp phải phù hợp với vật liệu vỏ cáp. Hầu hết các chất bôi trơn thương mại đều tương thích với các loại vỏ cáp thông dụng, nhưng không phải tất cả. Sự bôi trơn cáp sợi quang quan trọng hơn nhiều so với cáp đồng, vì sợi quang dễ bị hư.

Đối với các hệ thống khó lắp đặt, cần theo dõi lực kéo cáp bằng đồng hồ sức căng. Trong các trường hợp này, ống luồn dây cần được bôi trơn trước, và khi lắp đặt, bạn cũng cần bôi trơn cáp. Nếu cần, có thể sử dụng dụng cụ dàn trải chất bôi trơn.

Trừ khi có sử dụng đồng hồ sức căng, việc kéo cáp phải được thực hiện bằng tay và kéo liên tục. Điều này thường có nghĩa là kéo

từ miệng lỗ hoặc hộp kéo ở giữa. Trong quá trình kéo, cần hết sức cẩn thận để tránh tạo ra các đoạn cong gấp khúc, nút thắt, và nút xoắn. Nếu không, bạn có thể làm hư cáp và phải thay cáp mới.

Phương pháp kéo cáp sợi quang là gắn dây kéo với thành phần chịu lực của cáp để tránh tác dụng sức căng lên bản thân sợi quang. Đáng tiếc là điều này không phải lúc nào cũng dễ thực hiện.

Khi gắn dây kéo với thành phần chịu lực, bạn cần lật ngược vỏ ngoài và thực hiện sự gắn kết một cách cẩn thận để không làm hư thành phần chịu lực, trừ khi có thể thực hiện sự gắn kết bình thường bằng các dụng cụ thông dụng. Đối với các thành phần chịu lực bằng Kevlar hoặc thép, bạn có thể buộc chúng trực tiếp với khoen kéo. Các thành phần chịu lực khác cứng hơn (sợi thủy tinh - epoxy chẳng hạn) phải được nối kết bằng loại vít cấy đặc biệt.

Có thể thực hiện sự gắn kết gián tiếp bằng kẹp Kellems kẹp chặt vào vỏ cáp. Đối với một số cáp lớn, kiểu gắn kết này thường được áp dụng. Nếu mở rộng kẹp Kellems và buộc chặt kẹp với với cáp, bạn sẽ tránh được nhiều sức căng cho cáp.

Không nên thực hiện sự gắn kết gián tiếp khi các sợi quang nằm trong đường dẫn lực giữa kẹp kéo và thành phần chịu lực. Đây là trường hợp thành phần chịu lực ở giữa cáp, và các sợi quang bao xung quanh. Đối với loại cáp này, bạn chỉ được phép sử dụng lực kéo nhỏ.

CHÔN TRỰC TIẾP

Thông thường, chỉ các cáp lớn mới được phép chôn trực tiếp. Có nhiều mối nguy hiểm tác động trực tiếp lên cáp sợi quang chôn dưới đất, chẳng hạn, nước đóng băng, sỏi đá, các hoạt động xây dựng, các loài gặm nhấm (thường là chuột). Cáp chôn sâu ít nhất 0,9 hoặc 1,2 mét có thể tránh được hầu hết các mối nguy hiểm này, nhưng chỉ có cáp bọc kim loại cứng hoặc cáp quá lớn mới ngăn được các loài gặm nhấm.

Khi lắp đặt cáp sợi quang bằng cách đào xới, chỉ sử dụng loại cáp độn lỏng, vì chúng chịu áp suất kéo không đồng đều tốt hơn loại cáp độn chặt. Những nơi có nước đóng băng, có thể sử dụng vỏ kim loại, vỏ hai lớp, và các chất độn dạng gel làm vật chặn nước.

Thay vì sử dụng cáp lớn, đắt tiền, bạn có thể sử dụng ống khí đốt bằng polyethylene để làm ống luồn dây đơn giản. Các ống này cũng được sử dụng làm ống dẫn đặt bên trong các ống luồn dây lớn

(thường là 4 inch). Các ống nhựa cung cấp đường dẫn bằng phẳng; và bằng cách đặt vài ống nhựa bên trong ống luồn dây lớn (có các miếng chêm giữ chúng cố định), bạn có thể sắp xếp các cáp quang một cách hợp lý.

ĐI CÁP TRÊN KHÔNG

Khi lắp đặt cáp quang trên không, phải nâng đỡ chúng bằng dây chịu lực. (Xem *Điều 396* của NEC). Loại cáp tròn, độn lỏng thích hợp hơn và phải kẹp chặt chúng với dây chịu lực.

Các dây cáp dài chạy ngoài trời thường được ổn định nhiệt độ bằng thép, nếu không có các mối nguy hiểm về điện hoặc sét. Các trường hợp khác sử dụng sợi thủy tinh-epoxy. Loại cáp điện môi này thích hợp cho sự lắp đặt theo chiều đứng có độ cao lớn, chẳng hạn, tháp truyền hình hoặc truyền thanh.

DỤNG CỤ

Có nhiều dụng cụ tuyệt đối cần thiết để làm việc với sợi quang. Bạn phải có trang thiết bị phù hợp để định vị sợi quang, đấu nối và kiểm tra chúng. Sau đây là các dụng cụ cần thiết:

- Đồng hồ công suất.
- Khoen kéo dạng xoay.
- Đồng hồ sức căng.
- Kính hiển vi.
- "Trái banh" đánh bóng.
- Bộ dụng cụ đấu nối.
- Giấy nhám.
- Ống bơm chất kết dính.
- Dao.
- Dụng cụ tước vỏ cáp.
- Dung môi và giẻ.
- Bình không khí.
- Các chất kết dính.

CÁC QUY ĐỊNH VỀ SỢI QUANG

Lưu ý, NEC xác định các loại cáp theo cách khác với cách xác định

của giới kinh doanh. Ngoài các loại cáp ngang, cáp đứng, ... NEC còn xác định cáp theo tính dẫn điện và không dẫn điện. Ghi nhớ, cáp có tính dẫn điện là cáp có thành phần kim loại. Thành phần kim loại trong cáp dẫn điện không được sử dụng để truyền tải dòng điện, đó chỉ là thành phần chịu lực.

Sau đây là các quy định chính trong *Điều 770* của NEC:

Khi cáp quang có thành phần dẫn điện không mang dòng điện tiếp xúc với dây dẫn điện, phải nối đất thành phần này tại vị trí càng gần điểm cáp quang đi vào tòa nhà càng tốt. Nếu cần, bạn có thể làm gián đoạn thành phần dẫn điện của cáp quang (bằng mối nối cách điện) gần vị trí cáp quang đi vào tòa nhà.

Cáp quang không dẫn điện có thể dùng chung mương cáp hoặc khay cáp với các dây dẫn có điện áp đến 600 V.

Cáp quang tổng hợp có thể dùng chung mương cáp hoặc khay cáp với các dây dẫn có điện áp đến 600 V.

Cáp quang không dẫn điện không được dùng chung hộp nối với các dây dẫn điện, ngoại trừ các trường hợp sau:

1. Khi các sợi quang được kết hợp với các dây dẫn khác.
2. Khi các sợi quang được lắp trong trung tâm điều khiển lắp ráp tại nhà máy hoặc lắp ráp tại công trường.
3. Cáp quang không dẫn điện hoặc cáp lai có thể được lắp cùng với các mạch điện trên 600 V trong các hệ thống công nghiệp, nơi chúng được quản lý bởi những người có chuyên môn.

Có thể lắp cả cáp quang dẫn điện và cáp quang không dẫn điện trong cùng mương cáp hoặc khay cáp với một trong các mạch sau đây:

- Mạch điện Loại 2 hoặc 3.
- Các mạch báo cháy có công suất giới hạn.
- Các mạch truyền thông.
- Dây anten truyền hình
- Cáp tổng hợp phải được sử dụng chính xác như đã ghi trên vỏ cáp.
- Tất cả các cáp quang phải được lắp theo danh mục của chúng.

Bạn có thể tham khảo *Bảng 770.53* của NEC để biết trình tự thay thế cáp quang.

Chương 14

HỆ THỐNG ĐIỆN TRONG CÁC VỊ TRÍ NGUY HIỂM

Sự thi công hệ thống điện trong vị trí nguy hiểm phải tuân thủ các quy định nghiêm ngặt hơn nhiều so với các vị trí khác. Những vị trí này ẩn chứa nhiều mối nguy hiểm nghiêm trọng. Một vấn đề nhỏ trong môi trường văn phòng có thể trở thành mối đe dọa tính mạng trong kho chứa khí propane.

Hầu hết những vị trí nguy hiểm được ghi rõ trong các *Điều 500* đến *517* của NEC. Mọi người thi công hệ thống điện trong các vị trí đó cần nắm vững các điều này. Tính chất nguy hiểm của những vị trí này có nhiều nguyên nhân, và mỗi vị trí có các mối nguy hiểm và quy định riêng.

Điều quan trọng cần ghi nhớ là sự thi công hệ thống điện trong các vị trí nguy hiểm thường có chi phí rất cao. Các loại thiết bị đặc biệt (ví dụ, thiết bị chống nổ) có giá cao gấp nhiều lần thiết bị bình thường, và công lao động để lắp đặt chúng rất cao. Vì vậy, sự bố trí khéo léo hệ thống điện trong các vị trí nguy hiểm có ý nghĩa quan trọng, và cố gắng đưa hệ thống điện ra ngoài vị trí nguy hiểm đến mức tối đa.

Lưu ý, tất cả các công việc lắp đặt điện trong những vị trí nguy hiểm đều có nguy cơ rủi ro cao, do đó, không tiến hành lắp đặt khi không có sơ đồ bố trí hoàn chỉnh. Không lắp đặt hệ thống điện nếu chưa có hướng dẫn rõ ràng! Các quy định về lắp đặt điện trong chương này chỉ có tác dụng hỗ trợ quá trình thi công, không thay thế sơ đồ bố trí do các kỹ sư thực hiện.

Sau đây là những quy định được trình bày trong các *Điều 500* đến *505* của NEC.

QUY ĐỊNH CHUNG

Có năm quy định chính đối với các vị trí nguy hiểm:

1. Những vị trí được xếp loại nguy hiểm tùy theo bản chất của hóa chất, bụi, hoặc vật liệu sợi có thể hiện diện và nồng độ của chúng trong các môi trường khác nhau.

2. Trong quá trình phân loại, mỗi phòng hoặc khu vực được xem xét một cách riêng rẽ.
3. Tất cả trang thiết bị lắp đặt trong những khu vực nguy hiểm (còn gọi là khu vực đã phân loại) phải thuộc loại được phép sử dụng cho khu vực cụ thể, không phải chỉ được chấp thuận cho các vị trí nguy hiểm nói chung.
4. Không áp dụng các quy định về hệ thống điện của vị trí nguy hiểm này cho vị trí nguy hiểm khác. Chúng không thể hoán đổi cho nhau.
5. Các nối kết bằng đai ốc khóa - ống lót (ống xuyên) hoặc bằng hai đai ốc khóa không được xem là phương pháp liên kết thích hợp cho vị trí nguy hiểm. Phải sử dụng các phương pháp khác.

CÁC VỊ TRÍ LOẠI 1

Các vị trí Loại 1 là những khu vực có khí hoặc hơi dễ cháy với lượng đủ lớn để tạo ra các hỗn hợp dễ cháy nổ.

Vị trí Loại 1, Nhóm 1 là khu vực có thể tập trung các khí hoặc hơi dễ cháy trong điều kiện làm việc bình thường; nơi thường xuyên có các khí dễ cháy do sự bảo trì hoặc rò rỉ; hoặc những nơi mà sự hỏng hóc có thể phát ra các khí hoặc hơi dễ cháy, ví dụ, khu vực xung quanh các van phân phối propane hoặc các khí dễ cháy khác.

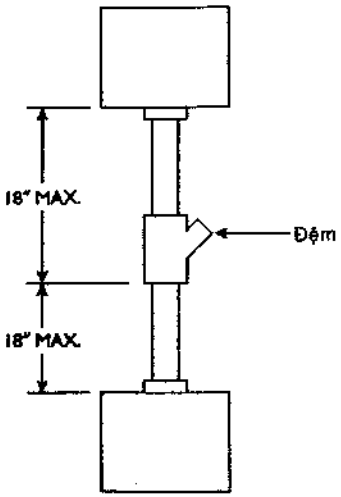
Vị trí Loại 1, Nhóm 2 là những khu vực xử lý hoặc chế biến chất lỏng, hơi, hoặc khí dễ cháy, ngoại trừ những nơi mà các chất lỏng, khí, hoặc hơi này thường được chứa trong bình kín và chúng chỉ thoát ra ngoài trong các trường hợp bất thường. Tiêu biểu cho những vị trí này là khu vực xung quanh các bồn chứa propane.

Phương pháp lắp đặt hệ thống điện trong các nhóm thuộc Loại 1 được xác định bằng nhiệt độ bốc cháy của các loại khí hoặc hơi trong khu vực này.

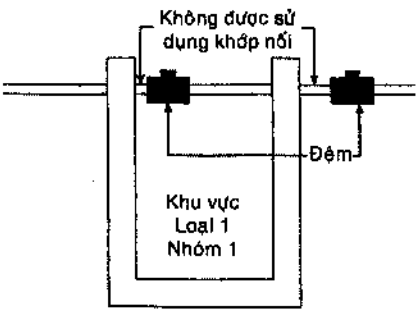
Sau đây là các phương pháp thi công hệ thống điện trong các khu vực Loại 1, Nhóm 1:

1. Ống luồn dây kim loại cứng có ren.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình có ren.
3. Cáp MI (sử dụng các khớp nối phù hợp với vị trí này).

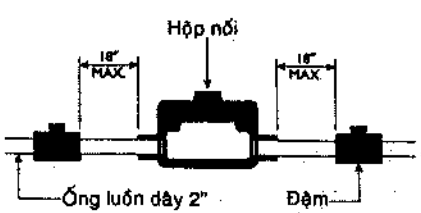
Tất cả các hộp, khớp nối, và đầu nối phải được cắt ren để nối kết ống luồn dây và cáp, và phải thuộc loại chống nổ.



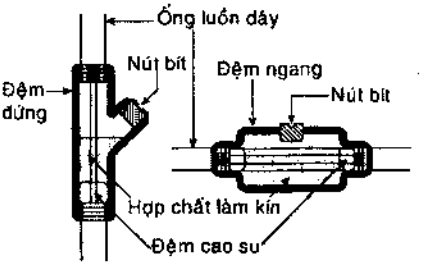
Hình 14-1. Bố trí chất làm kín trên đường dây ngắn.



Hình 14-3. Các đệm kín dùng cho khu vực Loại 1, Nhóm 1.



Hình 14-4. Các đệm kín xung quanh hộp nối



Hình 14-2. Các đệm đứng và ngang.

Các mối nối sử dụng ren ít nhất phải có năm ren ăn khớp hoàn toàn.

Lắp đặt cáp MI hết sức cẩn thận để không tác động lực căng (kéo) lên các khớp nối cáp.

Chỉ thực hiện các nối kết mềm ở những nơi cần thiết và phải sử dụng các vật liệu được phép dùng cho vị trí Loại 1.

Các chất làm kín phải được cung cấp trong phạm vi 18 inch tính từ vỏ bao che thiết bị có khả năng tạo ra tia lửa, ví dụ, công tắc, rơ-le, và bộ ngắt mạch (CB). Xem các Hình 14-1 và 14-2.

Cũng phải cung cấp chất làm kín cho các vị trí ống luồn dây đi vào hoặc đi ra khỏi khu vực Loại 1, Nhóm 1. Có thể làm kín ở một trong hai phía của vách ngăn (xem các Hình 14-3 và 14-4).

Đối với khu vực Loại 1, Nhóm 2 có thể áp dụng một trong các phương pháp thi công hệ thống điện sau đây:

1. Ống luồn dây kim loại cứng có ren.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình có ren.
3. Cáp MI, MV, MC, TC, hoặc SNM (sử dụng khớp nối phù hợp với vị trí này). Phải lắp đặt các loại cáp nêu trên thật cẩn thận để không tạo sức căng (kéo) trên các khớp nối cáp.
4. Cáp PLTC (lắp đặt theo các mục trong *Điều 725* của NEC).
5. Cáp MI, MV, MC, TC, SNM, và PLTC lắp trong khay cáp.

Tất cả các hộp, khớp nối, và đầu nối phải được cắt ren để nối kết ống luồn dây và cáp, và phải thuộc loại chống nổ.

Các mối nối bằng ren phải được thực hiện với ít nhất năm ren ăn khớp hoàn toàn.

Chỉ thực hiện các nối kết mềm ở những nơi cần thiết và phải sử dụng các vật liệu được phép dùng cho các vị trí Loại 1.

CÁC VỊ TRÍ LOẠI 2

Các vị trí Loại 2 là những khu vực có bụi dễ cháy.

Vị trí Loại 2, Nhóm 1 là khu vực tập trung bụi dễ cháy trong điều kiện bình thường đủ để tạo ra hỗn hợp dễ cháy nổ.

Vị trí Loại 2, Nhóm 2 là khu vực có bụi dễ cháy, nhưng thường không đủ nồng độ để tạo ra hỗn hợp dễ cháy nổ.

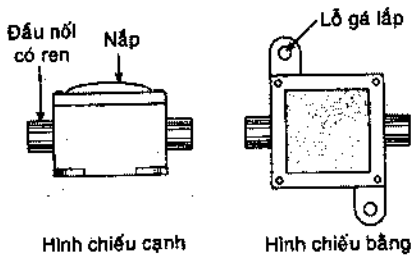
Sau đây là các phương pháp thi công hệ thống điện trong khu vực Loại 2, Nhóm 1:

1. Ống luồn dây kim loại cứng có ren.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình có ren.
3. Cáp MI (sử dụng khớp nối phù hợp với vị trí này).

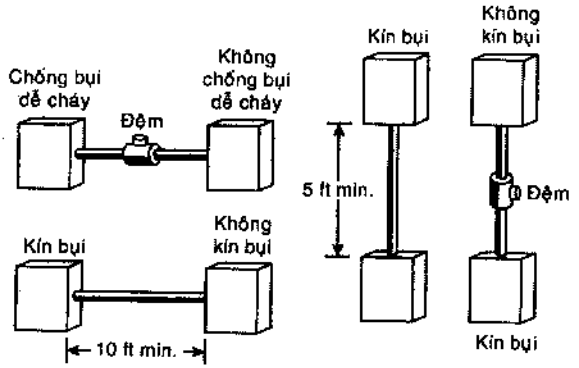
Tất cả các hộp, khớp nối, và đầu nối phải được cắt ren để nối kết ống luồn dây và cáp, và phải thuộc loại được phép dùng cho các vị trí Loại 2 (Hình 14-5).

Cáp MI phải được lắp hết sức cẩn thận để không tạo ra sức căng trên các khớp nối cáp.

Có thể thực hiện các nối kết mềm bằng một trong các phương pháp sau:



Hình 14-5. Hộp chống nổ



Hình 14-6. Các quy định làm kín.

1. Ống luồn dây kim loại mềm kín nước (với các khớp nối hợp quy).
2. Ống luồn dây phi kim không thấm nước (với các khớp nối hợp quy).
3. Dây cứng, với các khớp nối xuyên và đệm chặn bụi.

Khi nối mương cáp giữa các vị trí Loại 2, Nhóm 1, có thể làm kín theo một trong các cách sau đây (xem Hình 14-6):

1. Bằng chất làm kín mương cáp.
2. Bằng mương cáp ngang dài 10 ft (3 mét).
3. Bằng mương cáp đứng dài 5 ft (1,5 mét).

Sau đây là những phương pháp thi công hệ thống điện trong các vị trí Loại 2, Nhóm 2:

1. Ống luồn dây kim loại cứng có ren.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình có ren.
3. Cáp MI, MC, hoặc SNM (sử dụng khớp nối phù hợp với vị trí này). Các loại cáp nêu trên phải được lắp đặt hết sức cẩn thận để không tạo ra sức căng (kéo) trên các khớp nối cáp.
4. Các loại cáp MC, TC, và PLTC đặt trong khay cáp.

Khi nối mương cáp giữa các vị trí Loại 2, Nhóm 2 và các vị trí không phân loại, có thể làm kín bằng một trong các cách sau đây:

1. Bằng chất làm kín mương cáp.
2. Với mương cáp ngang dài 10 ft (3 mét).
3. Với mương cáp dọc dài 5 ft (1,5 mét).

Có thể thực hiện các nối kết mềm bằng một trong các phương pháp sau:

1. Ống luồn dây kim loại mềm không thấm nước (với các khớp nối hợp quy).
2. Ống luồn dây phi kim không thấm nước (với khớp nối hợp quy).
3. Dây cứng, với các khớp nối xuyên và đệm chặn bụi.

CÁC VỊ TRÍ LOẠI 3

Các vị trí Loại 3 chỉ được gọi là khu vực nguy hiểm khi có sự hiện diện của các loại sợi dễ cháy bay lơ lửng, nhưng các sợi này không có khả năng lơ lửng trong không khí với số lượng đủ để tạo thành hỗn hợp dễ cháy.

Các vị trí Loại 3, Nhóm 1 là những khu vực xử lý, sản xuất, hoặc sử dụng các sợi hoặc vật liệu dễ cháy có khả năng bay lơ lửng.

Các vị trí Loại 3, Nhóm 2 là những khu vực tồn trữ hoặc xử lý các sợi dễ cháy.

Sau đây là các phương pháp thi công hệ thống điện trong các vị trí Loại 3, Nhóm 1 hoặc 2:

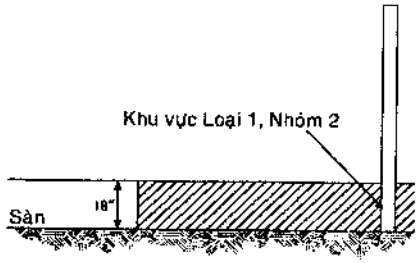
1. Ống luồn dây kim loại cứng có ren.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình có ren.
3. Cáp MI, MC, hoặc SNM (sử dụng các khớp nối phù hợp với vị trí này). Các loại cáp nêu trên phải được lắp đặt hết sức cẩn thận để không tạo ra sức căng (kéo) trên các khớp nối cáp.

Các nối kết mềm có thể thực hiện bằng một trong các phương pháp sau:

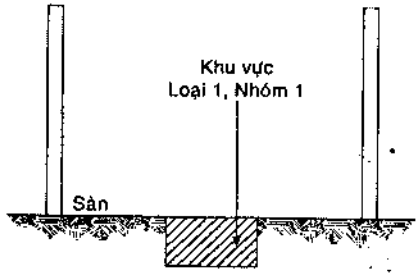
1. Ống luồn dây kim loại mềm không thấm nước (với các khớp nối hợp quy).
2. Ống luồn dây phi kim, mềm, không thấm nước (với các khớp nối hợp quy).
3. Dây cứng, với các khớp nối xuyên và đệm chặn bụi.

CÁC HỆ THỐNG AN TOÀN

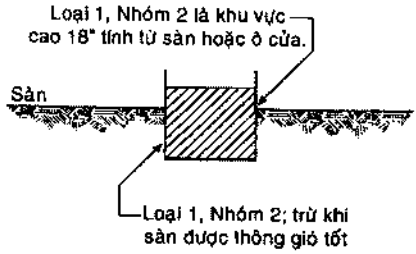
Các hệ thống an toàn phải được thiết kế cho hệ thống cụ thể, với các bản vẽ hướng dẫn đầy đủ. Điều này do NEC quy định, và không được phép lắp hệ thống an toàn khi không có bản vẽ hướng dẫn.



Hình 14-7. Vị trí Loại 1, Nhóm 2



Hình 14-8. Khu vực Loại 1, Nhóm 1.



Hình 14-9. Vị trí Loại 1

NHÀ ĐỂ XE CỦA TRUNG TÂM THƯƠNG MẠI

Nhà để xe của trung tâm thương mại được xếp loại khu vực nguy hiểm, mặc dù không phải mọi khu vực của nhà để xe đều tiềm ẩn mối nguy hiểm. Quy định đối với nhà để xe của trung tâm thương mại được trình bày trong *Điều 511* của NEC như sau:

Trong nhà xe của trung tâm thương mại, toàn bộ diện tích từ sàn đến độ cao 18 in. được xem là Loại 1, Nhóm 2 (Hình 14-7).

Phần hố hoặc chỗ trũng thấp hơn sàn được xem là vị trí Loại 1, Nhóm 1 (xem Hình 14-8 và Hình 14-9).

Các khu vực kế cận như nhà kho, phòng tổng đài điện thoại,... không được xem là khu vực nguy hiểm nếu chúng có hệ thống thông gió tạo ra thay đổi không khí bốn lần trong một giờ, hoặc nhiều hơn; hoặc chúng tách biệt với khu vực nhà xe bằng các bức tường hoặc vách ngăn.

Khu vực xung quanh các bơm nhiên liệu được trình bày trong *Điều 514* của NEC.

Sau đây là các phương pháp thi công hệ thống điện trong những khu vực phía trên vị trí Loại 1:

1. Ống luồn dây kim loại cứng.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình.
3. Ống luồn dây phi kim, cứng.
4. Ống kim loại kỹ thuật điện.
5. Cáp MI, TC, SNM, hoặc MC.

Các ổ cắm phía trên vị trí Loại 1 phải thuộc loại được phép dùng cho mục đích này.

Trang thiết bị điện có thể tạo ra tia lửa và được bố trí phía trên vị trí Loại 1 phải được bọc kín hoàn toàn hoặc lắp cách sàn ít nhất 12 ft (3,6 mét).

Tất cả các ổ cắm dùng cho dụng cụ cầm tay, thiết bị chẩn đoán hoặc chiếu sáng xách tay phải có thiết bị bảo vệ lỗi chạm đất.

NHÀ CHỨA MÁY BAY

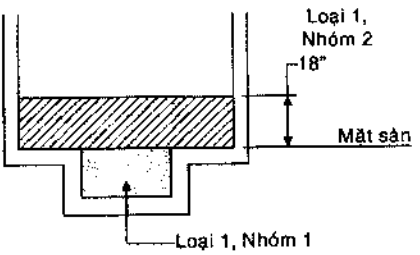
Các quy định đối với nhà chứa máy bay được trình bày trong *Điều 513* của NEC. Đối với máy bay, ngoài các nhiên liệu dễ bay hơi, điều quan trọng là phải hết sức thận trọng với các vấn đề liên quan đến tĩnh điện. Tĩnh điện có thể phát ra tia lửa làm bốc cháy các chất dễ bay hơi, như xăng chẳng hạn. Điều này đòi hỏi sự chú ý đặc biệt về hệ thống nối đất trong những khu vực này.

Các quy định trong *Điều 513* như sau:

Trong nhà chứa máy bay, toàn bộ khu vực từ sàn đến độ cao 18 inch (0,45 mét) được xem là vị trí Loại 1, Nhóm 2 (Hình 14-10).

Phần hố hoặc chỗ trũng trên sàn được xem là vị trí Loại 1, Nhóm 1.

Các khu vực kế cận như nhà kho và phòng tổng đài điện thoại không được xem là khu vực nguy hiểm, nếu chúng tách biệt với nhà chứa máy bay bằng các bức tường hoặc vách ngăn.



Hình 14-10. Vị trí Loại 1

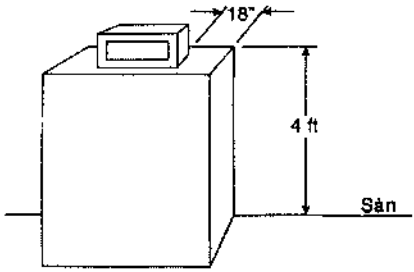
Sau đây là các phương pháp thi công hệ thống điện trong những khu vực phía trên vị trí Loại 1:

1. Ống luồn dây kim loại cứng.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình.
3. Ống kim loại kỹ thuật điện.
4. Cáp MI, TC, SNM, hoặc MC.

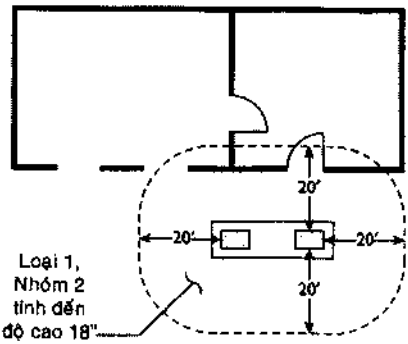
Trang thiết bị điện có thể tạo ra tia lửa và được bố trí phía trên vị trí Loại 1 phải được bọc kín hoàn toàn, hoặc lắp cách sàn ít nhất 10 ft (3 mét).

Các hệ thống điện của máy bay phải được cắt nguồn khi máy bay đậu trong nhà chứa máy bay, khi máy bay đang được bảo trì, và bất cứ khi nào có thể.

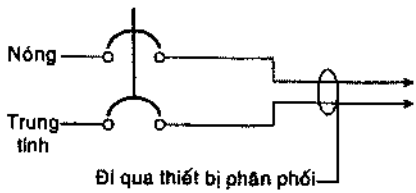
Không được phép nạp điện trong khi ắc quy vẫn còn lắp trên máy bay đang đậu một phần/hoàn toàn trong nhà chứa máy bay.



Hình 14-11. Các vị trí Loại 1 xung quanh trạm phân phối



Hình 14-12. Các vị trí Loại 1, Nhóm 2.



Hình 14-13. Bộ ngắt mạch dùng cho các vị trí phân phối

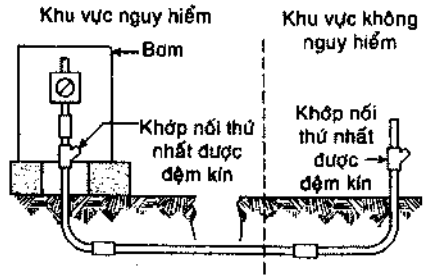
TRẠM XĂNG DẦU

Các cơ sở chế biến xăng và trạm xăng dầu là những vị trí nguy hiểm, và như đã trình bày ở đầu chương này, việc thi công hệ thống điện trong những khu vực này rất nguy hiểm. Không được phép lắp đặt hệ thống điện trong các khu vực này khi không có bản vẽ hoàn chỉnh. Các quy định được trình bày ở đây chỉ nhằm mục đích thông tin, không thể thay thế sơ đồ bố trí chính xác do các kỹ sư thực hiện.

Các quy định đối với trạm xăng dầu được trình bày trong *Điều 514* của NEC như sau (xem các Hình 14-11 đến 14-14):

Phương pháp lắp đặt

Bảng 514.2 của NEC ghi rõ các vị trí nguy hiểm trong trạm



Hình 14-14. Xác định các khu vực nguy hiểm

xăng dầu. Hệ thống điện trong các khu vực này phải phù hợp với loại và nhóm của chúng.

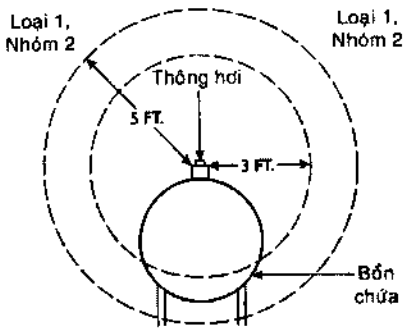
Hệ thống điện đi ngầm dưới đất phải ở trong ống luồn dây kim loại cứng có ren hoặc ống luồn dây kim loại trung bình có ren. Các phần bất kỳ của trạm bảo trì thấp hơn các khu vực Loại 1, Nhóm 2 phải được xem là vị trí Loại 1, Nhóm 1 và tính đến điểm mương cáp nổi lên khỏi mặt đất hoặc sàn. Cáp MI lắp đặt chính xác cũng được phép. Ngoài ra, nếu hệ thống điện đi ngầm ở độ sâu ít nhất 2 ft (0,6 mét), có thể sử dụng ống luồn dây phi kim, cứng, và sử dụng ống luồn dây kim loại cứng cho 2 ft (0,6 mét) đường dây trước khi chúng nổi lên khỏi mặt đất hoặc sàn.

NHÀ KHO LỚN

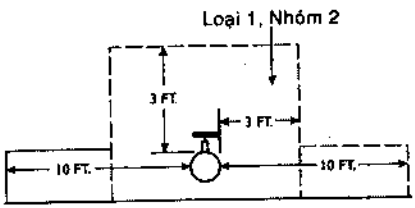
Các quy định đối với nhà kho lớn được trình bày trong *Điều 515* của NEC như sau:

Phương pháp lắp đặt

Bảng 515.2 của NEC xác định rõ các vị trí nguy hiểm trong nhà kho lớn. Hệ thống điện trong các khu vực này phải phù hợp với loại và nhóm của chúng.

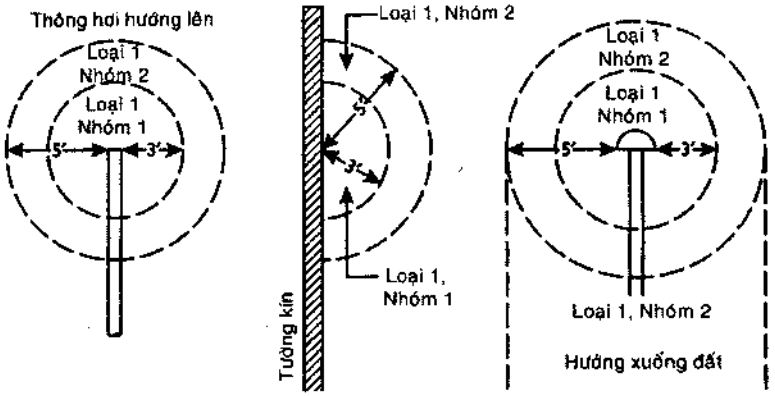


Hình 14-15. Khu vực Loại 1

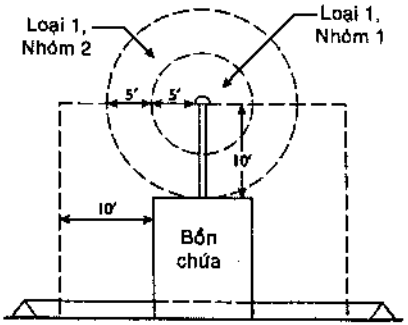


Hình 14-16. Khu vực Loại 1.

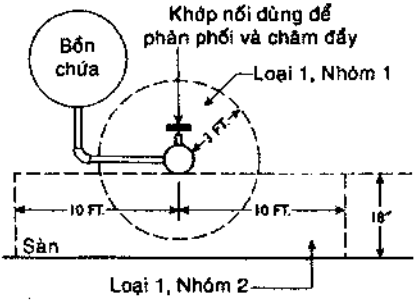
Hệ thống điện đi ngầm dưới đất phải đặt trong ống luồn dây kim loại cứng có ren, hoặc trong ống luồn dây kim loại trung bình có ren. Các phần bất kỳ của nhà kho thấp hơn các khu vực Loại 1, Nhóm 2 phải được xem là vị trí Loại 1, Nhóm 1 và tính đến điểm mương cáp nổi lên khỏi mặt đất hoặc sàn. Cáp MI lắp đặt chính xác cũng được phép. Ngoài ra, nếu hệ thống ngầm được lắp đặt ở độ sâu ít nhất 2 ft (0,6 mét), có thể sử dụng ống luồn dây phi kim cứng, và sử dụng ống luồn dây kim loại cứng cho 2 ft (0,6 mét) đường dây trước khi chúng nổi lên khỏi mặt đất hoặc sàn (xem các Hình 14-15 đến 14-20).



Hình 14-17. Các khu vực Loại 1 xung quanh ống thông hơi.



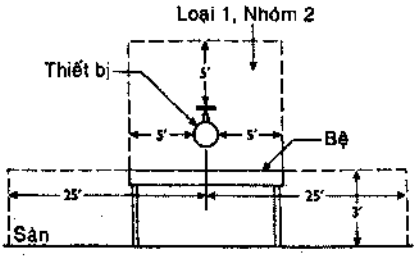
Hình 14-18. Các khu vực Loại 1 xung quanh bồn chứa



Hình 14-19. Các khu vực Loại 1 xung quanh vị trí phân phối.

Toàn bộ hệ thống điện phía trên các vị trí Loại 1 phải thực hiện theo một trong các phương pháp sau đây:

1. Ống luồn dây kim loại cứng.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình.
3. Ống kim loại kỹ thuật điện.
4. Ống luồn dây 80 PVC.
5. Cáp MI, T, SNM, hoặc MC.



Hình 14-20. Các vị trí Loại 1.

CÁC KHU VỰC PHUN SƠN

Các khu vực phun sơn là vị trí nguy hiểm do nồng độ cao của các dung môi dùng cho quá trình sơn phun (xem phương pháp chiếu sáng đặc biệt trên Hình 14-21).

Sau đây là các quy định đặc biệt áp dụng cho khu vực phun sơn được trình bày trong *Điều 516* của NEC:

Phương pháp lắp đặt

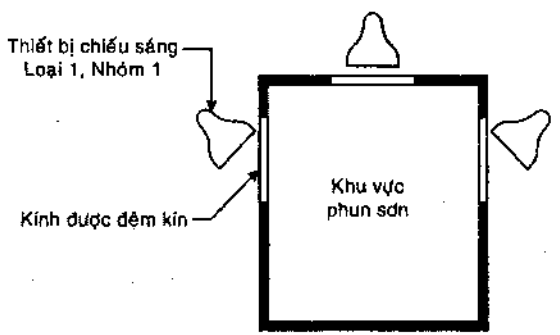
Các *Hình 1, 2, 3, 4,* và *5* trong *Điều 516.3(B)* của NEC xác định rõ các vị trí nguy hiểm trong khu vực phun sơn. Hệ thống điện trong các khu vực này phải phù hợp với loại và nhóm của chúng.

Các khu vực kế cận như nhà kho và phòng tổng đài điện thoại không được xem là khu vực nguy hiểm nếu chúng tách biệt với khu vực phun sơn bằng các tường kín hoặc vách ngăn không có khe hở.

Toàn bộ hệ thống điện phía trên các vị trí Loại 1 phải được thực hiện theo một trong những phương pháp sau đây:

1. Ống luồn dây kim loại cứng.
2. Ống luồn dây kim loại trung bình.
3. Ống kim loại kỹ thuật điện.
4. Ống luồn dây phi kim, cứng.
5. Cáp MI, T, SNM, hoặc MC.

Trang thiết bị được bố trí phía trên các vị trí Loại 1 phải được bọc kín hoàn toàn.



Hình 14-21. Chiếu sáng cho khu vực phun sơn.

Chương 15

DỤNG CỤ VÀ SỰ AN TOÀN

CÁC QUY ĐỊNH AN TOÀN

Tùy theo hệ thống luật pháp và chính trị, mỗi nước sẽ có những quy định an toàn riêng áp dụng cho sự lắp đặt điện. Nhưng nói chung, các quy định an toàn ngày càng nhiều và chặt chẽ hơn. Tại Mỹ, các quy định và luật lệ này hiện diện trên hầu hết các hợp đồng, kể cả trên các đơn đặt hàng và hợp đồng thương mại không chính thức. Các chủ đầu tư và nhà cung cấp không có lựa chọn nào khác ngoài việc viết chúng vào hợp đồng. Nếu không, họ sẽ tự tạo kẻ hở cho các kiện cáo và hình phạt.

Trên nhiều công trình (thường là công trình lớn), công nhân phải được huấn luyện an toàn. Điều này không chỉ đòi hỏi chi phí huấn luyện (trả cho công ty đào tạo) mà còn mất năng suất, vì công nhân phải bỏ ra nhiều ngày để đến các lớp học an toàn trong giờ làm việc. Thỉnh thoảng, họ được yêu cầu huấn luyện nâng cao, và có thể phải tuân theo nhiều quy định khác.

Theo quan điểm của người thợ điện, điều này chẳng thú vị gì, nhưng đó là thực tế. Bạn phải biết rõ các quy định này ảnh hưởng như thế nào đến công trình bạn đang thi công. Các quy định huấn luyện an toàn là vấn đề quan trọng, có thể gây nhiều rắc rối cho bạn nếu bạn không nghiên cứu chúng kỹ lưỡng. Ngay cả thiếu vài cặp kính bảo hộ, bạn cũng có thể phải trả giá. Và đừng đòi hỏi công nhân làm việc bình thường khi họ ở trong bộ áo liền quần, và thở qua mặt nạ.

DỤNG CỤ

Dụng cụ có vai trò quan trọng đối với sự lắp đặt hệ thống điện tốt, cả về tiết kiệm thời gian và tăng chất lượng công trình.

Những dụng cụ thường được sử dụng trong công tác điện là dụng cụ cầm tay. Sau đây là các dụng cụ thông dụng nhất:

- Búa (1/2 kg).
- Kềm điện (22 cm).
- Dụng cụ tước vỏ cáp và vỏ dây điện "loại-T".

- Cây vặn vít dẹp (lớn).
- Cây vặn vít dẹp (nhỏ).
- Cây vặn vít phillip (bốn cạnh) (lớn).
- Cây vặn vít phillip (nhỏ).
- Kềm bờ-rô (25 cm).
- Bộ khóa vặn lục giác.
- Dao xếp.
- Khung cưa sắt.
- Volt kế (loại "Wiggy").
- Đèn pin với phụ tùng kiểm tra tính liên tục.
- Thước dây (7,5 mét).
- Bút chì và dụng cụ đánh dấu.
- Kềm mũi dài.

Ngoài những dụng cụ mà mỗi thợ điện phải mang theo, nhiều dụng cụ và thiết bị khác cũng cần thiết để thực hiện các công việc lắp đặt. Các loại thông dụng nhất bao gồm:

- Máy khoan góc vuông.
- Máy khoan đảo chiều, có thể thay đổi tốc độ.
- Máy khoan không dây và ắc quy.
- Các mũi khoan:
  - Mũi khoan 1-in.
  - Mũi khoan 2-in.
  - Mũi khoan bê-tông ¼-in.
  - Bộ mũi khoan thép gió.
- Cưa đĩa.
- Dây nối dài.
- Thang 6 ft (1,8 mét).
- Thang xếp 20 ft (6 mét).
- Xẻng cỡ trung.
- Dụng cụ đào lỗ trụ điện.
- Dây câu.
- Các lưỡi cưa sắt.

- Dầu bôi trơn dây (cáp) điện.
- Keo PVC.
- Băng keo điện.
- Các dụng cụ chạy bằng điện khác.

Tất nhiên các dụng cụ chạy bằng điện có vai trò quan trọng đối với hầu hết công việc lắp đặt điện. Trong những năm gần đây, nhiều dụng cụ điện không dây đã được sử dụng. Các dụng cụ đời đầu đã chứng tỏ nhiều ưu điểm rõ rệt, nhưng chúng cần nạp điện thường xuyên, thời gian nạp điện dài và chưa đủ mạnh. Tuy nhiên, các dụng cụ đời mới đã khắc phục được những nhược điểm này. Các mũi vặn vít và máy khoan không dây đã chứng tỏ tính ưu việt đặc biệt.

Đối với các dụng cụ điện không dây, tốt nhất là mua thêm ắc quy dự phòng cho mỗi dụng cụ để bạn có thể sử dụng ắc quy này trong khi nạp điện cho ắc quy khác. Một số người còn mua thêm bộ nạp điện phụ. Với các công trình lớn, việc lập trung tâm nạp điện có người chuyên cung cấp ắc quy đã nạp điện đầy đủ là rất hiệu quả.

BẢO TRÌ

Các thợ điện thường ít khi chăm sóc dụng cụ điện của họ một cách đúng mức. Điều quan trọng là giữ tất cả các dụng cụ ở trong tình trạng tốt. Bạn không thể thực hiện tốt công việc khi sử dụng máy khoan mà phải bật công tắc nhiều lần máy mới hoạt động.

Cách sử dụng cũng rất quan trọng, ví dụ, không để dụng cụ lung tung hoặc kéo giật dây nguồn. Đối với các xưởng hoặc công trường lớn, tốt nhất nên chuẩn hóa từng loại dụng cụ theo nhãn hiệu, và dự trữ phụ tùng thay thế cho mỗi loại.

CÁC DỤNG CỤ ĐIỆN ĐẶC BIỆT

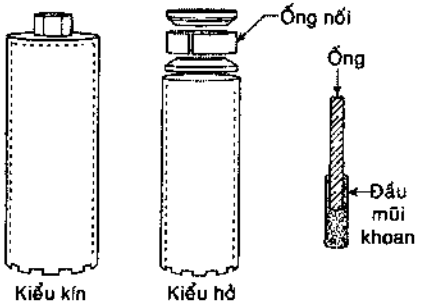
Dụng cụ điện di động bao gồm nhiều loại, từ dụng cụ điện cầm tay cỡ nhỏ đến máy khoan, máy mài, và dụng cụ truyền động công suất cao. Hầu hết các thợ điện đều có kinh nghiệm với các loại thông dụng và biết cách vận hành chúng một cách an toàn. Tuy nhiên, có một số dụng cụ đặc biệt, thỉnh thoảng người thợ điện mới sử dụng. Do các dụng cụ đặc biệt này, cũng như mọi dụng cụ điện khác, vận hành ở tốc độ tương đối cao và có thể sử dụng các dao rất sắc, sự vận hành hiệu quả và an toàn đòi hỏi bạn phải hiểu tường tận về cả phần điện và các bộ phận phụ trợ.

MÁY KHOAN BÚA

Máy khoan búa kết hợp hoạt động khoan quay truyền thống với hoạt động đóng; công dụng chính là khoan bê-tông. Máy khoan búa có hai chế độ hoạt động: quay kết hợp đóng và chỉ có chuyển động quay. Khi khoan bê-tông, máy khoan sử dụng mũi khoan carbide có chuôi bằng hợp kim thép. Loại mũi khoan này có mép cắt cứng, lâu cùn. Chuyển động quay và đóng sẽ tán nhỏ bê-tông và loại chúng ra khỏi lỗ qua các rãnh xoắn rỗng trên đầu mũi khoan.

MÁY KHOAN LÕI

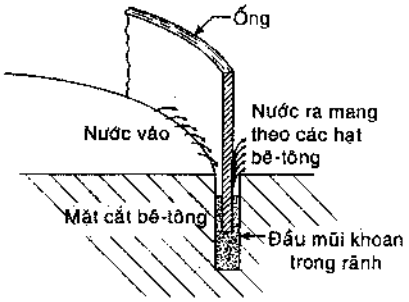
Trước khi có kỹ thuật khoan lõi bê-tông, các lỗ trong bê tông phải được định vị và chuẩn bị một cách cẩn thận hoặc đục vỡ bê-tông rồi vá lại. Dụng cụ làm thay đổi các hoạt động này là mũi khoan lõi. Về cơ bản, mũi khoan lõi là ống kim loại được gắn kim cương công nghiệp hoặc vật liệu mài tương tự. Một loại mũi khoan kim cương khác bố trí tất cả các mảnh kim cương trên bề mặt của đầu mũi khoan theo hình dạng định sẵn để có hiệu lực cắt tối đa. Các đầu mũi khoan được chế tạo theo hai kiểu: kín và hở (Hình 15-1).



Hình 15-1. Mũi khoan lõi kim cương.

Ưu điểm của đầu mũi khoan hở là có thể tái sử dụng ống nối (adapter) để tiết kiệm chi phí. Một ưu điểm khác là khi lõi bị thụt vào trong mũi khoan, việc tháo ống nối sẽ giúp lấy lõi ra dễ dàng hơn. Mũi khoan kín có ưu điểm là dễ sử dụng, bạn chỉ cần vặn đầu mũi khoan vào lỗ có ren, không cần định vị hoặc chỉnh thẳng hàng. Do đầu mũi khoan này là một chi tiết hoàn chỉnh, không có vấn đề thất lạc, mất mát, hoặc hư hỏng các bộ phận.

Để sử dụng mũi khoan lõi hiệu quả, bạn cần duy trì vài điều kiện rất quan trọng: sự vững chắc của thiết bị khoan, lưu lượng nước thích hợp, và áp lực khoan ổn định. Những điều này được minh họa trên Hình 15-2. Hiểu nguyên lý hoạt động của mũi khoan lõi kim cương sẽ giúp bạn đánh giá đúng tầm quan trọng của sự duy trì các điều kiện này.



Hình 15-2. Phương pháp khoan lõi.

Máy khoan lõi thực ra là máy khoan đứng đặc biệt. Thiết bị động lực được lắp trong bàn trượt di chuyển lên xuống theo trụ máy khoan khi bạn vận hành cần điều khiển. Cần này làm quay cơ cấu bánh răng-thanh răng gắn trên trụ máy khoan. Một số máy khoan lõi bê-tông có trang bị hệ thống chân không, cho phép gắn trực tiếp thiết bị với bề mặt làm việc.

Thiết bị động lực là động cơ điện công suất cao có các bánh răng giảm tốc để cung cấp chuyển động quay ổn định ở tốc độ mong muốn. Trục động cơ có khớp nối cho phép đưa nước vào bên trong đầu mũi khoan qua lỗ nhỏ ở ống nối đầu mũi khoan.

CƯA ĐAI XÁCH TAY

Cưa đai xách tay cho phép người thợ điện thực hiện nhiều hoạt động cắt một cách hiệu quả và ít tốn sức hơn nhiều so với cắt bằng tay. Sử dụng mỏ cắt acetylene sẽ tạo ra đường cắt lởm chởm, sự nguy hiểm do ngọn lửa và văng tóe kim loại nóng chảy. Đôi khi bạn không thể giữ chi tiết để cưa (đặc biệt là ống luồn dây lớn). Trong trường hợp đó, cưa đai xách tay có thể thực hiện công việc này tại công trường. Cưa đai xách tay là phiên bản thu nhỏ của cưa đai tiêu chuẩn trong xưởng gia công. Loại cưa này sử dụng hai bánh xe quay có vỏ cao su để truyền động lưỡi cưa liên tục. Động cơ điện công suất cao cung cấp công suất cho các bánh xe thông qua bộ giảm tốc gồm các bánh răng và bánh vít; cho phép cung cấp moment quay lớn để truyền động đai cưa ở tốc độ thích hợp. Cơ cấu dẫn hướng lưỡi cưa, tương tự cơ cấu trên các máy cưa cố định tiêu chuẩn, được tích hợp vào thiết bị cùng với ổ đỡ phía sau lưỡi cưa để xử lý các tải dọc trục.

Các lưỡi cưa dùng cho cưa đai xách tay có bước răng từ 6 đến 24 răng/inch. Nguyên tắc chính để chọn lưỡi cưa là luôn luôn có ba răng ăn vào vật liệu được cưa. Sử dụng lưỡi cưa có răng quá thô sẽ dẫn đến ống kim loại mỏng bị kẹt vào giữa hai răng và làm hư răng cưa. Răng lưỡi cưa quá mịn sẽ kéo dài thời gian cắt, vì mỗi răng chỉ loại bỏ một lượng kim loại rất nhỏ. Với cưa đai, bạn không được sử dụng

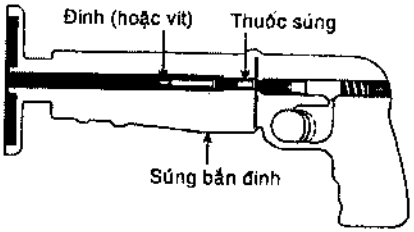
dầu cắt, vì dầu cắt và mạt kim loại sẽ tích tụ trên các vỏ cao su, làm lưỡi cưa bị trượt khi mang tải và mất thẳng hàng.

DỤNG CỤ KÍCH HOẠT BẰNG THUỐC SÚNG

Đây là dụng cụ liên kết vật liệu này với vật liệu khác, thường gọi là súng bắn đinh. Một số ứng dụng là gỗ với bê-tông, thép với bê-tông, gỗ với thép, thép với thép, và nhiều ứng dụng gắn kết vật dụng đặc biệt với bê-tông hoặc thép. Do các dụng cụ này thay đổi về chi tiết thiết kế và kỹ thuật xử lý an toàn, ở đây sẽ cung cấp thông tin, mô tả các dụng cụ cơ bản và phụ tùng thay cho hướng dẫn vận hành cụ thể. Do nguyên lý hoạt động tương tự nguyên lý của súng cá nhân (hầu hết chúng sử dụng cỡ đạn 0,22 inch), việc sử dụng an toàn phải được ưu tiên cao nhất. Trên thực tế, dụng cụ kích hoạt bằng thuốc súng là khẩu súng ngắn sử dụng đạn gồm hai phần:

1. Vỏ đạn có ngòi nổ và thuốc súng.
2. Đầu đạn.

Khi bạn kéo cò, viên đạn nổ và đầu đạn bay đến mục tiêu. Dụng cụ kích hoạt bằng thuốc súng cũng hoạt động theo cách tương tự, nhưng có sự thay đổi nhỏ. Hình 15-3 minh họa các bộ phận chính của dụng cụ kích hoạt bằng thuốc súng: dụng cụ và viên đạn hai phần (đinh (hoặc vít) và thuốc súng).

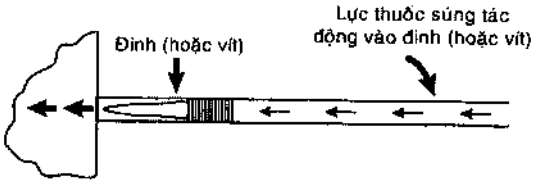


Hình 15-3. các bộ phận của súng bắn đinh.

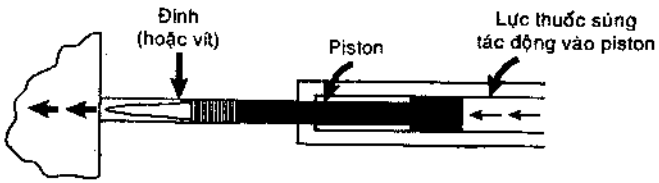
Khi sử dụng, bạn nhồi đinh (vít) và thuốc súng vào dụng cụ, áp sát dụng cụ vào bề mặt chi tiết, và kéo cò để bắn đinh (vít) vào mục tiêu đã định.

Mặc dù ngoại hình có thể thay đổi theo nhà sản xuất, nhưng tất cả các súng bắn đinh đều giống nhau về nguyên lý và thiết kế căn bản. Tất cả chúng đều có khoang chứa thuốc súng, cơ cấu kích nổ, nòng súng, và tấm chắn bảo vệ. Dụng cụ này có hai loại:

- Loại tác động trực tiếp (Hình 15-4), trong đó khí giãn nở tác động trực tiếp lên đinh (vít).
- Loại tác động gián tiếp (Hình 15-5), trong đó khí giãn nở tác động lên piston, piston đẩy đinh (vít) vào chi tiết.



Hình 15-4. Nguyên lý tác động trực tiếp.



Hình 15-5. Nguyên lý tác động gián tiếp.

Nhiều loại đinh (vít) được sử dụng với dụng cụ này. Thông dụng nhất là loại đinh ghim lớn được chế tạo bằng thép đặc biệt có khả năng xuyên thủng bê-tông hoặc thép.

Điều quan trọng là đinh (vít) và vật liệu cần cố định phải luôn luôn tương thích với lực thuốc súng. Nói cách khác, lượng thuốc súng phải phù hợp với mục đích. Lực thuốc súng quá yếu sẽ không gắn kết chi tiết một cách chắc chắn, và lực thuốc súng quá mạnh có thể gây nguy hiểm. Tài liệu hướng dẫn của tất cả các nhà sản xuất đều xác định lượng thuốc súng thích hợp đối với sản phẩm của họ. Thông thường, tải thuốc súng được định mức từ 1 đến 12, với 12 là lực mạnh nhất.

Khi sử dụng đinh (vít) để bắn vào bê-tông, điều quan trọng là không bắn quá gần mép bê-tông, vì có thể làm vỡ mép bê-tông.

Phụ lục

Đơn vị	Hệ số nhân	Đơn vị
Acre (mẫu Anh)	43.560	Feet vuông
Acre	$1,562 \times 10^{-3}$	Dặm vuông
Acre-feet	43.560	feet khối
Ampere trên cm vuông	6,452	Ampere trên inch vuông
Ampere trên inch vuông	0,1550	Ampere trên cm vuông
Ampere-vòng	1,257	Gilbert
Ampere-vòng trên cm	2,540	Ampere-vòng trên inch
Ampere-vòng trên inch	0,3937	Ampere-vòng trên cm
Atmosphere	76,0	Cm thủy ngân
Atmosphere	29,92	Inche thủy ngân
Atmosphere	33,90	Feet nước
Atmosphere	14,70	Pound trên inch vuông (PSI).
Đơn vị nhiệt lượng Anh (Btu)	252,0	Calo
Đơn vị nhiệt lượng Anh	778,2	Foot-pound
Đơn vị nhiệt lượng Anh	$3,930 \times 10^{-4}$	Mã lực-giờ
Đơn vị nhiệt lượng Anh	0,2520	Kilogram-calo
Đơn vị nhiệt lượng Anh	107,6	Kilogram-mét
Đơn vị nhiệt lượng Anh	$2,931 \times 10^{-4}$	Kilowatt-giờ
Đơn vị nhiệt lượng Anh	1.055	Watt-giây
Btu trên giờ	$2,931 \times 10^{-4}$	Kilowatt
Btu trên phút	$2,359 \times 10^{-2}$	Mã lực
Btu trên phút	$1,759 \times 10^{-2}$	Kilowatt
Bushel (giạ)	1,244	Feet khối
Centimet	0,3937	Inch
Mil vòng	$5,067 \times 10^{-6}$	Centimet vuông
Mil vòng	$0,7854 \times 10^{-6}$	Inch vuông
Mil vòng	0,7854	Mil vuông
Cord	128	Feet khối
Centimet khối	$6,102 \times 10^{-2}$	Inch khối
Feet khối	0,02832	Mét khối
Feet khối	7,481	Gallon
Feet khối	28,32	Lít

Đơn vị	Hệ số nhân	Đơn vị
Inch khối	16,39	Centimet khối
Mét khối	35,31	Feet khối
Mét khối	1,308	Yard khối
Yard khối	0,7646	Mét khối
Độ (góc)	0,01745	Radian
Dyne	$2,248 \times 10^{-6}$	Pound
Erg	1	Dyne-centimet
Erg	$7,37 \times 10^{-8}$	Foot-pound
Erg	10^{-7}	Joule
Farad	10^{6}	Microfarad
Fathom (sải = 1,82 m)	6	Feet
Feet	30,48	Centimet
Feet nước	0,8826	Inch thủy ngân
Feet nước	304,8	Kg trên mét vuông
Feet nước	62,43	Pound trên foot vuông
Feet nước	0,4335	Pound trên inch vuông (PSI)
Foot-pound	$1,285 \times 10^{-2}$	Đơn vị nhiệt lượng Anh (Btu)
Foot-pound	$5,050 \times 10^{-7}$	Mã lực-giờ
Foot-pound	1,356	Joule
Foot-pound	0,1383	Kilogram-mét
Foot-pound	$3,766 \times 10^{-7}$	Kilowatt-giờ
Gallon	0,1337	Feet khối
Gallon	231	Inch khối
Gallon	$3,785 \times 10^{-3}$	Mét khối
Gallon	3,785	Lít
Gallon trên phút	$2,228 \times 10^{-3}$	Feet khối trên giây
Gauss	6,452	Line trên inch vuông
Gilbert	0,7958	Ampere-vòng
Henry	10^{3}	Millihenry
Mã lực	42,41	Btu trên phút
Mã lực	2.544	Btu trên giờ
Mã lực	550	Foot-pound trên giây
Mã lực	33.000	Foot-pound trên phút
Mã lực	1,014	Mã lực (hệ mét)

Đơn vị	Hệ số nhân	Đơn vị
Mã lực	10,70	Kg-calo trên phút
Mã lực	0,7457	Kilowatt
Mã lực (đầu máy xe lửa)	33.520	Btu trên giờ
Mã lực-giờ	2.544	Btu
Mã lực-giờ	$1,98 \times 10^6$	Foot-pound
Mã lực-giờ	$2,737 \times 10^5$	Kilogram-mét
Mã lực-giờ	0,7457	Kilowatt-giờ
Inch	2,54	Centimet
Inch thủy ngân	1,133	Feet nước
Inch thủy ngân	70,73	Pound trên feet vuông
Inch thủy ngân	0,4912	Pound trên inch vuông (PSI)
Inch nước	25,40	Kg trên mét vuông
Inch nước	0,5781	Ounce (oz) trên inch vuông
Inch nước	5,204	Pound trên ft vuông
Joule	$9,478 \times 10^{-4}$	Btu
Joule	0,2388	Calo
Joule	10^7	Erg
Joule	0,7376	Foot-pound
Joule	$2,778 \times 10^{-7}$	Kilowatt-giờ
Joule	0,1020	Kilogram-mét
Joule	1	Watt-giây
Kilogram	2,205	Pound
Kilogram-calo	3,968	Btu
Kilogram-mét	7,233	Foot-pound
Kg trên mét vuông	$3,281 \times 10^{-3}$	Feet nước
Kg trên mét vuông	0,2048	Pound trên feet vuông
Kg trên mét vuông	$1,422 \times 10^{-3}$	Pound trên inch vuông (PSI)
Kiloline	10^3	Maxwell
Kilomét	3.281	Feet
Kilomét	0,6214	Dặm
Kilowatt	56,87	Btu trên phút
Kilowatt	737,6	Foot-pound trên giây
Kilowatt	1,341	Mã lực
Kilowatt-giờ	3,412	Btu

Đơn vị	Hệ số nhân	Đơn vị
Kilowatt-giờ	$2,655 \times 10^6$	Foot-pound
Hải lý	1,152	Dặm
Lít	0,03531	feet khối
Lít	61,02	Inch khối
Lít	0,2642	Gallon
$Log_e N$	0,4343	$Log_{10}N$
Log N	2,303	$Log_e N$
Lumen trên feet vuông	1	Foot-nến
Maxwell	10^{-3}	Kiloline
Megaline	10^6	Maxwell
Megohm	10^6	Ohm
Mét	3,281	Feet
Mét	39,37	Inch
Mét-kilogram	7,233	Pound-feet
Microfarad	10^{-6}	Farad
Microhm	10^{-6}	Ohm
Microhm trên cm khối	0,3937	Microhm trên inch khối
Microhm trên cm khối	6,015	Ohm trên mil-foot
Dặm	5.280	Feet
Dặm	1,609	Kilomet
Inch thợ mỏ	1,5	Feet khối trên phút
Ohm	10^{-6}	Megohm
Ohm	10^6	Microhm
Ohm trên mil-foot	0,1662	Microhm trên cm khối
Ohm trên mil-foot	0,06524	Microhm trên inch khối
Pound	0,03108	Pound
Pound	32,17	Poundal
Pound-feet	0.1383	Meter-kilograms
Pound nước	0,01602	Feet khối
Pound nước	0,1198	Gallon
Pound trên foot khối	16,02	Kg trên mét khối
Pound trên foot khối	$5,787 \times 10^{-4}$	Pound trên inch khối
Pound trên inch khối	27,68	Gram trên cm khối
Pound trên inch khối	$2,768 \times 10^{-4}$	Kg trên mét khối

Đơn vị	Hệ số nhân	Đơn vị
Pound trên inch khối	1,728	Pound trên feet khối
Pound trên foot vuông	0,01602	Feet nước
Pound trên foot vuông	4,882	Kg trên mét vuông
Pound trên foot vuông	$6,944 \times 10^{-3}$	Pound trên inch vuông
Pound trên inch vuông	2,307	Feet nước
Pound trên inch vuông	2,036	Inch thủy ngân
Pound trên inch vuông	703,1	Kg trên mét vuông
Radian	57,30	Độ
Centimet vuông	$1,973 \times 10^{-5}$	Mil vòng
Feet vuông	$2,296 \times 10^{-5}$	Acre
Feet vuông	0,09290	Mét vuông
Inch vuông	$1,273 \times 10^{6}$	Mil vòng
Inch vuông	6,452	Centimet vuông
Kilomet vuông	0,3861	Dặm vuông
Mét vuông	10,76	Feet vuông
Dặm vuông	640	Acre
Dặm vuông	2,590	Kilomet vuông
Milimet vuông	$1,937 \times 10^{3}$	Mil vòng
Mil vuông	1,273	Mil vòng
Tấn (Anh)	2.240	Pound
Tấn	2.205	Pound
Tấn (Mỹ)	2.000	Pound
Watt	0,05686	Btu trên phút
Watt	10^{7}	Erg trên giây
Watt	44,26	Foot-pound trên phút
Watt	$1,341 \times 10^{-3}$	Mã lực
Watt	14,34	Calo trên phút
Watt-giờ	3,412	Btu
Watt-giờ	2.655	Foot-pound
Watt-giờ	$1,341 \times 10^{-3}$	Mã lực-giờ
Watt-giờ	0,8605	Kilogram-calo
Watt-giờ	376,1	Kilogram-mét
Webers	10^{8}	Maxwell

Mục Lục

Chương 1. Các định luật điện 7

Chương 2. Các mạch điện và linh kiện điện tử 17

Đèn điện tử và chất bán dẫn 17
Chất bán dẫn 18
Diode 19
Transistor là gì? 20
Bộ chỉnh lưu silic được điều khiển 21
Triac 22
Transistor hiệu ứng trường 22
Diode Zener 23
Làm việc với linh kiện điện tử 23
Lắp đặt thiết bị điện tử 24
Kiểm tra 25

Chương 3. Bản vẽ điện 26

Chương 4. Động cơ, bộ điều khiển, và mạch điện 41

Lắp đặt động cơ 42
Bảo trì 43
Dây dẫn dùng cho các mạch động cơ 43
Dây cấp điện cho nhiều động cơ hoặc bộ đổi pha 45
Dây cấp điện cho nhiều động cơ và các phụ tải khác 46
Sự nối đất 47
Bảo vệ quá tải 47
Bảo vệ ngắn mạch và rò điện 50
Các hệ thống truyền động có thể điều chỉnh tốc độ 52
Các động cơ dây quấn riêng phần 53
Động cơ moment xoắn 53
Động cơ AC có thể điều chỉnh điện áp 53
Động cơ và các định mức dòng điện 53
Mạch điều khiển động cơ 54
Các bộ điều khiển động cơ 54
Các gợi ý chọn động cơ 55
Các đặc điểm của động cơ lồng sóc 57
Động cơ rotor dây quấn 58
Động cơ đồng bộ 59
Động cơ dc 60
. 61

Chương 5. Máy phát điện 62
Nguyên lý hoạt động của máy phát điện 62
Lắp đặt 62
Vị trí 63
Bảo vệ quá dòng 63
Phương pháp lắp đặt 63
Xác định công suất của máy phát điện chạy bằng xăng 63
Máy phát điện đồng bộ 67
Bộ kích thích máy phát điện 68
Điều hòa điện áp 69
Tần số và điều hòa tần số 69
Các cách dấu nối 69
Xác định đầu dây 70
Đặc điểm kỹ thuật 70
Các tải phi tuyến 71
Máy phát điện cảm ứng 71

Chương 6. Sự truyền động công suất cơ học 72
Bước 72
Dây đai V 74
Các khớp nối 80

Chương 7. Phân phối điện 86
Dây cấp điện chính 86
Các quy định về dây cấp điện chính 86
Các dây cấp điện đi ngầm dưới đất 90
Phương pháp lắp đặt các dây cấp điện chính 90
Bảo vệ quá dòng đối với các dây cấp điện chính 95
Hệ số công suất 101
Giải pháp cho các vấn đề điện 104
Thiết bị triệt xung điện áp 105
Bộ điều hòa điện áp 108
Biến áp cách ly 109
Tổ hợp ổn áp - cách ly 109
Các hệ thống UPS 110
Sóng hài 112
Nguồn gốc sóng hài – Nguồn điện 113
Dây trung tính 114
Bộ ngắt mạch 114
Khảo sát sóng hài 114

Chương 8. Nối đất 117
Những bộ phận phải được nối đất 117
Hệ thống điện cực nối đất 119
Dây nối đất 120
Các nối kết tiếp đất 121
Các nối kết đối với hệ thống AC 123
Hai hoặc nhiều tòa nhà chung dây cấp điện chính 124
Trung tính nối đất trở kháng cao 126
Các phương pháp nối đất 128
Các quy định khác 132
Bộ chống sét lan truyền 132

Chương 9. Công-tắc-tơ và rơ-le 134

Chương 10. Kỹ thuật hàn 142
Hàn oxyacetylene 142
Hàn hồ quang - kim loại được bảo vệ 144
Hàn hồ quang kim loại khí 147
Hàn hồ quang wolfram khí trơ 149
Hàn vảy cứng 150
Hàn tỏa nhiệt 150

Chương 11. Máy biến áp 152
Bảo vệ quá dòng 152
Lắp đặt 154
Nối kết máy biến áp 154
Biến áp một pha dùng cho phụ tải động lực 155
Nối kết hai pha 155
Đấu tam giác - tam giác dùng cho động lực và chiếu sáng . . 156
Đấu tam giác hở dùng cho chiếu sáng và động lực 156
Đấu sao-tam giác hở 157
Đấu tam giác – sao dùng cho chiếu sáng và động lực 157
Đấu sao-sao dùng cho chiếu sáng và động lực 157
Máy biến áp tự ngẫu đấu sao-sao và hệ thống 3-pha, 4-dây . 159

Chương 12. Hệ thống điện 160
Khái quát về mạch nhánh 160
Hệ thống mạch nhánh 169
Bộ ngắt mạch do lỗi chạm đất và lỗi phóng hồ quang 172
Cáp mạch nhánh 173

Lắp đặt ống luồn dây 174
Đi ngầm 175

Chương 13. Hệ thống truyền thông 178

Mã màu của cáp 178
Khớp nối cáp xoắn cặp 179
Khớp nối điện thoại tiêu chuẩn 180
Khớp nối chân cắm 181
Khớp nối vô tính 181
Nối chéo 181
Các quy định về lắp đặt 182
Các dây đi vào tòa nhà 182
Bảo vệ mạch truyền thông 182
Dây truyền thông trong nhà 184
Mạng cấu trúc 184
Sợi quang 189
Nối ghép sợi quang 190
Các loại cáp 190
Lắp đặt 191
Các quy định về sợi quang 194

Chương 14. Hệ thống điện trong các vị trí nguy hiểm . . . 196

Quy định chung 196
Các hệ thống an toàn 201
Nhà để xe của trung tâm thương mại 202
Nhà chứa máy bay 203
Trạm xăng dầu 204
Nhà kho lớn 205
Các khu vực phun sơn 207

Chương 15. Dụng cụ và sự an toàn 208

Các quy định an toàn 208
Dụng cụ 208
Bảo trì 210
Các dụng cụ điện đặc biệt 210
Máy khoan búa 211
Máy khoan lõi 211
Cưa đai xách tay 212
Dụng cụ kích hoạt bằng thuốc súng 213

Phụ lục 215