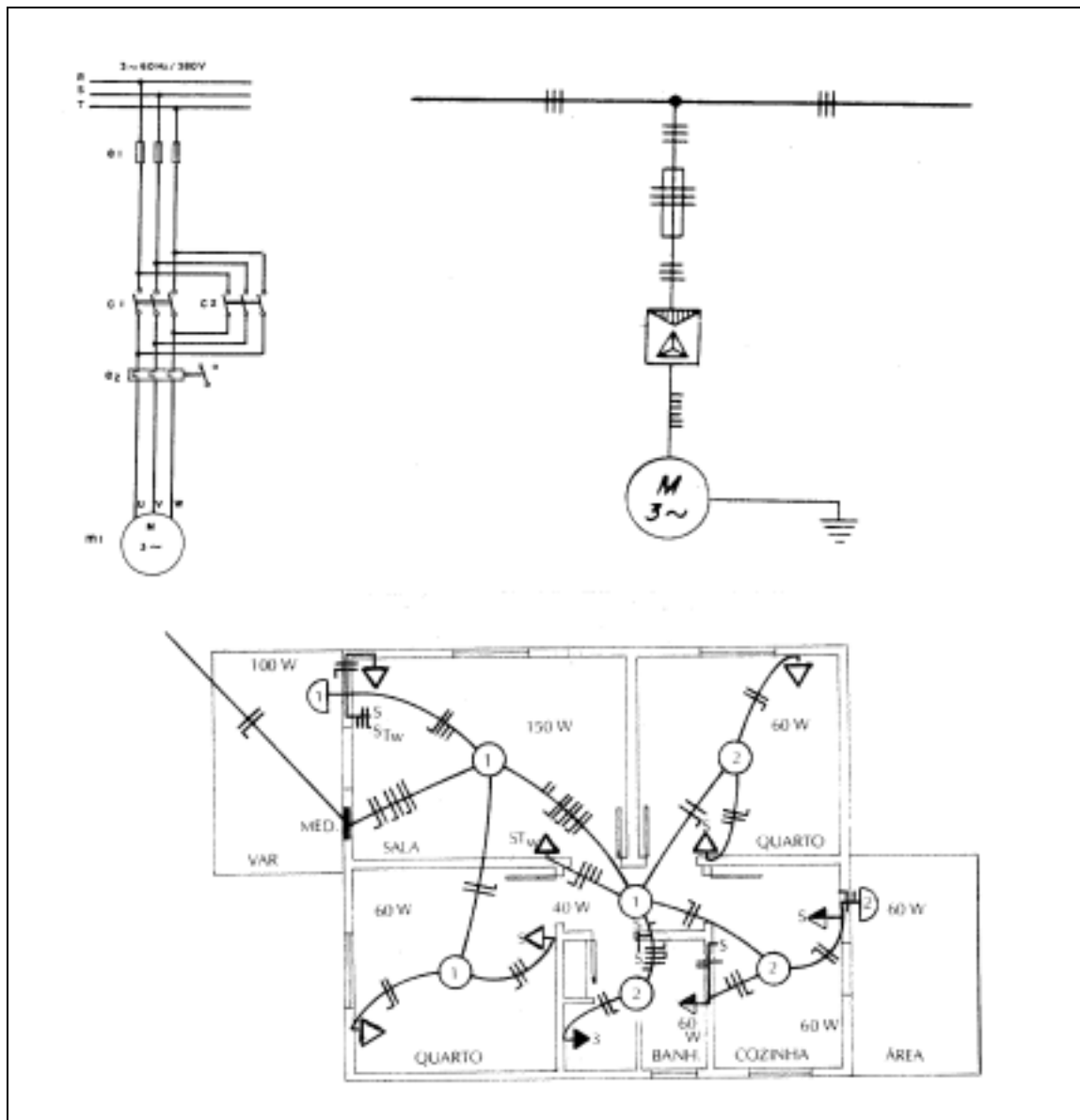


**CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção**

# Elétrica - Desenho

## Leitura e Interpretação





Espírito Santo



## **Desenho Elétrico - Elétrica**

© SENAI - ES, 1996

Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão)

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
DAE - Divisão de Assistência às Empresas  
Departamento Regional do Espírito Santo  
Av. Nossa Senhora da Penha, 2053 - Vitória - ES.  
CEP 29045-401 - Caixa Postal 683  
Telefone: (27) 3325-0255  
Telefax: (27) 227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão  
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos  
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, nº 930, Jardim Limoeiro - Serra - ES.  
CEP 29163-970  
Telefone: (27) 3348-1333

## Sumário

Desenhos Elétricos .....	04
Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica.....	05
Leitura de Escalas.....	21
Plantas baixas.....	23
Croquis ("Lay Outs").....	25
Diagramas Elétricos .....	28
Partida de Motores.....	34
• Partida Direta.....	34
Chave Estrela-triângulo.....	36
• Inversão no sentido de rotação.....	38
Esquemas Isométricos.....	41
Diagrama de fiação.....	43
Exercícios.....	44

## Desenhos Elétricos

### Introdução

Quando vamos executar uma instalação elétrica qualquer, necessitamos de vários dados como: localização dos elementos, percursos de uma instalação, condutores, distribuição da carga, proteções, etc...

Para que possamos representar estes dados, somos obrigados a utilizar a planta baixa do prédio em questão. Nesta planta baixa, devemos representar, de acordo com a norma geral de desenhos NB-8 da ABNT, o seguinte:

- a localização dos pontos de consumo de energia elétrica, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;
- a localização dos quadros e centros de distribuição;
- o trajeto dos condutores e sua projeção mecânica (inclusive dimensões dos condutos e caixas);
- um diagrama unifilar discriminando os circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e proteção;
- as características do material a empregar, suficientes para indicar a adequabilidade de seu emprego tanto nos casos comuns, como em condições especiais.

## Símbolos Gráficos de Eletricidade e Eletrônica

### Introdução

O trabalho relaciona as normas nacionais e internacionais dos símbolos de maior uso, comparado a simbologia brasileira (ABNT) com a internacional (IEC), com a alemã (DIN) , e com a norte-americana (ANSI) visando facilitar a modificação de diagramas esquemáticos, segundo as normas estrangeiras, para as normas brasileiras, e apresentar ao profissional a simbologia correta em uso no território nacional. A simbologia tem por objetivo estabelecer símbolos gráficos que devem ser usados para, em desenhos técnicos ou diagramas de circuitos de comandos eletromecânicos, representar componentes e a relação entre estes. A simbologia aplica-se generalizadamente nos campos industrial, didático e outros onde fatos de natureza elétrica precisem ser esquematizados graficamente.

O significado e a simbologia estão de acordo com as abreviaturas das principais normas nacionais e internacionais adotadas na construção e instalação de componentes e órgãos dos sistemas elétricos

### **SIGLA**

### **SIGNIFICADO E NATUREZA**

#### **ABNT**

#### ***Associação Brasileira de Normas Técnicas***

Atua em todas as áreas técnicas do país. Os textos de normas são adotados pelos órgãos governamentais (federais, estaduais e municipais) e pelas firmas. Compõem-se de Normas (NB), Terminologia (TB), Simbologia (SB), Especificações (EB), Método de ensaio e Padronização. (PB).









#### **ANSI**

#### ***American National Standards Institute***

Instituto de Normas dos Estados Unidos, que publica recomendações e normas em praticamente todas as áreas técnicas. Na área dos dispositivos de comando de baixa tensão tem adotado freqüentemente especificações da UL e da NEMA.

<b>SIGLA</b>	<b>SIGNIFICADO E NATUREZA</b>
<b>CEE</b>	<b><i>International Comission on Rules of the approval of Eletrical Equipment</i></b> Especificações internacionais, destinadas sobretudo ao material de instalação.
<b>CEMA</b>	<b><i>Canadian Eletrical Manufctures Association</i></b> Associação Canadense dos Fabricantes de Material Elétrico.
<b>CSA</b>	<b><i>Canadian Standards Association</i></b> Entidade Canadense de Normas Técnicas, que publica as normas e concede certificado de conformidade.
<b>DEMKO</b>	<b><i>Danmarks Elektriske Materielkontrol</i></b> Autoridade Dinamarquesa de Controle dos Materiais Elétricos que publica normas e concede certificados de conformidade.
<b>DIN</b>	<b><i>Deutsche Industrie Normen</i></b> Associação de Normas Industriais Alemãs. Suas publicações são devidamente coordenadas com as da VDE.
<b>IEC</b>	<b><i>International Electrotechnical Comission</i></b> Esta comissão é formada por representantes de todos os países industrializados. Recomendações da IEC, publicadas por esta Comissão, já são parcialmente adotadas e caminham para uma adoção na íntegra pelos diversos países ou, em outros casos, está se procedendo a uma aproximação ou adaptação das normas nacionais ao texto dessas normas internacionais.
<b>JEC</b>	<b><i>Japanese Electrotechnical Committee</i></b> Comissão Japonesa de Eletrotécnica.









































<b>SIGLA</b>	<b>SIGNIFICADO E NATUREZA</b>
<b>JEM</b>	<b><i>The Standards of Japan Electrical Manufactures Association</i></b> Normas da Associação de Fabricantes de Material Elétrico do Japão.
<b>JIM</b>	<b><i>Japanese Industrial Standards</i></b> Associação de Normas Industriais Japonesas.
<b>KEMA</b>	<b><i>Kenring van Elektrotechnische Materialen</i></b> Associação Holandesa de ensaio de Materiais Elétricos.
<b>NEMA</b>	<b><i>National Electrical Manufactures Association</i></b> Associação Nacional dos Fabricantes de Material Elétrico (E.U.A.).
<b>OVE</b>	<b><i>Osterreichischer Verband fur Elektrotechnik</i></b> Associação Austríaca de Normas Técnicas, cujas determinações geralmente coincidem com as da IEC e VDE.
<b>SEN</b>	<b><i>Svensk Standard</i></b> Associação Sueca de Normas Técnicas.
<b>UL</b>	<b><i>Underwriters Laboratories Inc</i></b> Entidade nacional de ensaio da área de proteção contra incêndio, nos Estados Unidos, que, entre outros, realiza os ensaios de equipamentos elétricos e publica as suas prescrições.
<b>UTE</b>	<b><i>Union Technique de l'Electricité</i></b> Associação Francesa de Normas Técnicas.
<b>VDE</b>	<b><i>Verband Deutscher Elektrotechniker</i></b> Associação de Normas Técnicas alemãs, que publica normas e recomendações da área de eletricidade.

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS</b>					
Corrente Contínua	—	—	DC	—	—
Corrente Alternada			AC		
Corrente Contínua e Alternada					
Exemplo de corrente alternada monofásica, 60Hz	1-60 Hz	1-60Hz	1 Phase 2 Wire-60Hz	1-60Hz	1-60Hz
Exemplo de corrente alternada trifásica, 3 condutores, 60Hz, tensão de 220V	3-60Hz220	3-60Hz220V	3Phase-3Wire 60Cycle-220V	3-60Hz-200V (3Ø 3W 220V-60Hz)	3-60Hz-220V
Exemplo de corrente alternada trifásica com neutro, 4 condutores, 60Hz tensão de 380V	3N-60Hz 380V	3N-60Hz 380V	3Phase-4Wire 60Cycle-380V	3N-60Hz-380V 3+N-50Hz- 380V-3Ø 4W 380V 60Hz	3N-60Hz380V
Exemplo de corrente contínua, 2 condutores, tensão de 220V	2 - 220V	2 - 220V	2WireDC, 220V	2 - 220V (2W.220V)	2-220V
Exemplo de corrente contínua, 2 condutores e neutro, tensão de 110V	2N - 110V	2N - 110V	3WireDC,110V	2N - 110V (3W.DC,110V)	2N - 110V



SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
-------------	------	-----	------	-----	-----

SÍMBOLOS DE USO GERAL

Terra					
Massa					
Polaridade positiva	+	+	+	+	+
Polaridade negativa	-	-	-	-	-
Tensão perigosa				 (OBSTÁCULO GERAL)	
Ligação delta ou triângulo					
Ligação Y ou estrela					
Ligação estrela com neutro acessível					
Ligação ziguezague					
Ligação em V ou triângulo aberto					

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>COMPONENTES DE CIRCUITO</b>					
Resistor					
Resistor com derivações					
Indutor, enrolamento, bobina					
Indutor com derivações					
Capacitor					
Capacitor com derivações					
Capacitor eletrolítico					
Ímã permanente					
Diodo semiconductor					
Diodo zener unidirecional e bidirecional					
Fotorresistor com variação independente da tensão					
Fotorresistor com variação dependente da tensão					
Fotoelemento					
Gerador "hall"					
Centelhador (de pontas)					
Pára - raio					
Acumulador, bateria, pilha					
Mufla terminal ou terminação					
Mufla de junção ou emenda reta					
Mufla ou emenda de derivação simples					
Mufla ou emenda de derivação dupla					
Par termoeletrico					

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
-------------	------	-----	------	-----	-----

DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO ÓTICA E ACÚSTICA

Buzina					
Campainha					
Sirene					
Cigarra					
Lâmpada de sinalização					
Indicador					

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Indicador, símbolo geral					
Amperímetro indicador					
Voltímetro indicador					
Voltímetro duplo ou diferencial indicador					
Wattímetro indicador					
Frequencímetro indicador					
Indicador de fator de potência					
Registrador, símbolo geral					
Registrador de potência					
Integrador, símbolo geral					
Integrador de energia					

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>BOBINAS DE COMANDO E RELÉS</b>					
Bobina eletromagnética, geral					
Bobina eletromagnética, de enrolamento único					
Bobina eletromagnética, de dois enrolamentos					
Relê de subtensão					
Relê com retardo para voltar ao repouso					
Relê com retardo prolongado para voltar ao repouso					
Relê com retardo para operar					
Relê com retardo para operar e para voltar ao repouso					
Relê polarizado					
Relê com remanência					
Relê com ressonância					
Relê térmico ou bimetálico					
Relê eletromagnético de sobrecarga					
Relê eletromagnético de curto-circuito					

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>CONTATOS E PEÇAS DE CONTATO COM COMANDOS DIVERSOS</b>					
Fechador (normalmente aberto)					
Abridor (normalmente fechado)					
Comutador					
Comutador sem interrupção					
Temporizado: no fechamento na abertura na abertura no fechamento					
Fechador de comando manual					
Abridor com comando por excêntrico					
Fechador com comando por bobina					
Fechador com comando por mecanismo					
Abridor com comando por pressão					
Fechador com comando por temperatura					






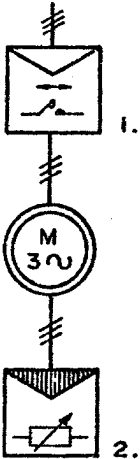
SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>ELEMENTOS DE COMANDO</b>					
Comando manual, sem indicação de sentido					
Comando por pē					
Comando por excêntrico					
Comando por meio de êmbolo (ar comprimido, p.ex.)					
Comando por energia mecânica					
Comando por motor					
Sentido de deslocamento do comando para a esquerda, cessada a força externa. Nota: Para a direita, inverter a seta.					
Comando com travamento 1 - Travado 2 - Livre					
Comando engastado					
Dispositivo temporizado com operação à direita					
Comando desacoplado no caso com acionamento manual					
Comando acoplado no caso com acionamento manual					
Fecho mecânico					
Fecho mecânico com disparador auxiliar					

SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
DISPOSITIVOS DE COMANDO E DE PROTEÇÃO					
Tomada e plugue					
Fusível					
Fusível com indicação do lado ligado à rede após a ruptura					
Secionador-Fusível tripolar					
Lâmina ou barra de conexão, reversora					
Secionador tripolar					
Interruptor tripolar (sob carga)					
Disjuntor					
Secionador-disjuntor					
Contatos com relê térmico contatos auxiliares					
Disjuntor tripolar com relés eletromagnéticos com contatos auxiliares					



































SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
MOTORES E GERADORES					
Motor, símbolo geral					
Gerador, símbolo geral					
Motor de corrente contínua					
Gerador de corrente contínua					
Motor de corrente alternada monofásica					
Motor de corrente alternada trifásica					
Motor de indução trifásico					
Motor de indução trifásico com representação de ambas as extremidades de cada enrolamento do estator					
Gerador síncrono trifásico ligado em estrela					
Gerador síncrono trifásico de ímã permanente					
Gerador síncrono monofásico de ímã permanente					
Gerador de corrente contínua com enrolamentos de compensação e inversão polar					











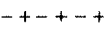
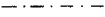















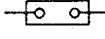
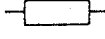


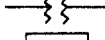
SIGNIFICADO	ABNT	DIN	ANSI	JIS	IEC
<b>TRANSFORMADORES</b>					
Transformador com dois enrolamentos					
Transformador com três enrolamentos					
Autotransformador					
Bobina de reatância					
Transformador de corrente					
Transformador de potencial					
Transformador de corrente capacitivo					
Transdutor com três enrolamentos, um de serviço e dois de controle					
Transformador de dois enrolamentos, com diversas derivações (taps) em um dos enrolamentos (com variação em escalões)					
Transformador de dois enrolamentos com variação contínua da tensão					
NOTA 1:		A ABNT recomenda para transformadores de rede o uso do símbolo simplificado, formado de dois círculos que se cortam, especialmente na representação unifilar. Os traços inclinados que cortam a linha vertical, indicam o número de fases.			
NOTA 2:		Simplificação análoga é normalizada para transformadores de corrente e de potencial.			
	Corrente    Potencial				

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
<b>DISPOSITIVOS DE PARTIDA</b>	
Dispositivo de partida. Símbolo geral.	
Dispositivo de partida variável continuamente.	
Dispositivo de partida semi-automático. Nota: Sendo o símbolo de dimensões reduzidas, que não permita traçar as hachuras, estas poderão ser substituídas por partes cheias.	
Dispositivo de partida estrela-triângulo	
Dispositivo de partida com autotransformador	
<p>Motor trifásico de indução com dois dispositivos de partida:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reversão por contator</li> <li>2. Automático com reostato</li> </ol>	

## Simbologia

	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE NO TETO (não embutido)
	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE NA PAREDE (arandela)
	PONTO DE LUZ FLUORESCENTE NO TETO
	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE EMBUTIDO NO TETO
	PONTO DE LUZ FLUORESCENTE EMBUTIDO NO TETO
	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE NO TETO, EM CIRCUITO VIGIA
	PONTO DE LUZ FLUORESCENTE NO TETO, EM CIRCUITO VIGIA
	PONTO DE LUZ INCANDESCENTE NA PAREDE, EM CIRCUITO VIGIA
	CIRCUITO QUE SOBE
	CIRCUITO QUE DESCE
	CIRCUITO QUE PASSA
	TOMADA DE LUZ NA PAREDE, BAIXA (0,30 m do piso acabado)
	TOMADA MEIO ALTA (1,30 m do piso acabado)
	TOMADA ALTA (2,00 m do piso acabado)
	TOMADA DE LUZ NO TETO
	TOMADA DE LUZ EMBUTIDA NO PISO
	TOMADA DE FORÇA NO TETO
	TOMADA DE FORÇA NO PISO
	TOMADA DE FORÇA NA PAREDE
	INTERRUPTOR DE UMA SEÇÃO
	INTERRUPTOR DE DUAS SEÇÕES
	INTERRUPTOR DE TRÊS SEÇÕES
	INTERRUPTOR PARALELO OU "THREE-WAY"
	INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO OU "FOUR-WAY"
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PORTA
	BOTÃO DE CAMPAINHA
	BOTÃO DE CAMPAINHA EMBUTIDA NO PISO
	CIGARRA
	CAMPAINHA
	QUADRO ANUNCIADOR
	SAÍDA PARA TELEFONE EXTERNO
	SAÍDA PARA TELEFONE INTERNO
	TOMADA PARA RÁDIO E TELEVISÃO ( <i>antena</i> )
	RELÓGIO ELÉTRICO NO TETO

## Simbologia

	RELÓGIO ELÉTRICO NA PAREDE
	CAIXA DE ENFIÇÃO
	QUADRO PARCIAL DE LUZ OU FORÇA NÃO EMBUTIDO
	QUADRO GERAL DE LUZ OU FORÇA NÃO EMBUTIDO
	QUADRO GERAL DE LUZ E FORÇA EMBUTIDO NA PAREDE
	CAIXA DE TELEFONE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
	FIAÇÃO APARENTE (sobre "cleate")
	TUBULAÇÃO PARA TELEFONE EXTERNO
	TUBULAÇÃO PARA TELEFONE INTERNO
	TUBULAÇÃO PARA CAMPAINHA OU ANUNCIADOR
	CONDUTOR DE FASE NO INTERIOR DO ELETRODUTO
	CONDUTOR NEUTRO NO INTERIOR DO ELETRODUTO
	CONDUTOR DE RETORNO NO INTERIOR DO ELETRODUTO
	CONDUTOR BITOLA 18 FASE OU NEUTRO PARA CAMPAINHA
	CONDUTOR RETORNO II 18 PARA CAMPAINHA
	BOTÃO DE MINUTERIA
	MINUTERIA
	LIGAÇÃO À TERRA
	FUSÍVEIS
	DISJUNTOR A SECO
	CHAVE COM FUSÍVEIS PARA ALTA TENSÃO
	CHAVE COM FUSÍVEIS PARA BAIXA TENSÃO
	DISJUNTOR A ÓLEO
	CHAVE BLINDADA
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE
	MOTOR
	TRANSFORMADOR
	CAIXA VAZIA PARA QUADRO APARENTE

## Leitura de Escalas

Desenhamos aquilo que desejamos, reduzindo todas as dimensões proporcionalmente segundo uma escala. Podemos, por exemplo, reduzir todas igualmente 10 vezes. Temos neste caso uma escala de 1:10 (lê-se: um para dez).

Fica claro, portanto, que a escala é uma relação entre a dimensão usada para representar um objeto no desenho e a sua dimensão real.

Alguns exemplos servirão para clarear os conceitos.

1º Exemplo - Um objeto tem 10 metros de comprimento. Se seu comprimento for representado num desenho por 1 metro, qual foi a escala usada?

$$\text{Escala} = \frac{\text{Comprimento no desenho}}{\text{Comprimento real}} = \frac{1 \text{ metro}}{10 \text{ metros}} = 1:10$$

2º Exemplo - Sabemos que a escala usada numa planta baixa é 1:50. Medindo, no desenho, a largura de uma sala encontramos 3,4 cm. Qual a dimensão real da sala?

$\frac{1}{50}$	Significa	1 m	representa	50 m
		1 dm	representa	5 m
		1 cm	representa	0,5 m

$$3,4 \text{ cm} \times 0,5 = 1,7 \text{ metros}$$

3,4 cm representam 1,7 metros.

3º Exemplo - Um terreno está sendo representado em escala num desenho. Se o terreno de 12 metros está representado no desenho por 24 centímetros, qual a escala usada no desenho?

$$\text{Escala} = \frac{24 \text{ cm}}{12 \text{ m}} = \frac{0,24 \text{ m}}{12 \text{ m}} = \frac{0,24}{12} = \frac{1}{\frac{12}{0,24}} = \frac{1}{50} = 1:50$$

*Escala de 1:50 (a mais comum em arquitetura).*

Cada metro no desenho corresponde a 50 metros reais ou seja:

1 cm ————— corresponde a ————— 0,5m

Medimos com o metro sobre o desenho 4,7 cm. Isto corresponde a  $4,7 \times 0,5 = 2,35$  m. Devemos, portanto marcar na obra 2,35 m.

*Escala de 1:100*

Cada metro no desenho corresponde a 100 metros reais, ou seja:

1 cm ————— corresponde a ————— 1 m

Medimos com o metro sobre o desenho 6,9 cm. Devemos marcar na obra  $6,9 \times 1 = 6,9$  m.

*Escala de 1:20*

Cada metro no desenho corresponde a 20 metros reais, ou seja:

1 cm ————— corresponde a ————— 0,2 m

Com um metro de pedreiro medimos sobre o desenho uma certa distância e achamos 6,75 cm. Devemos marcar na obra  $6,75 \times 0,2 = 1,35$  m.

*Escala de 1:25*

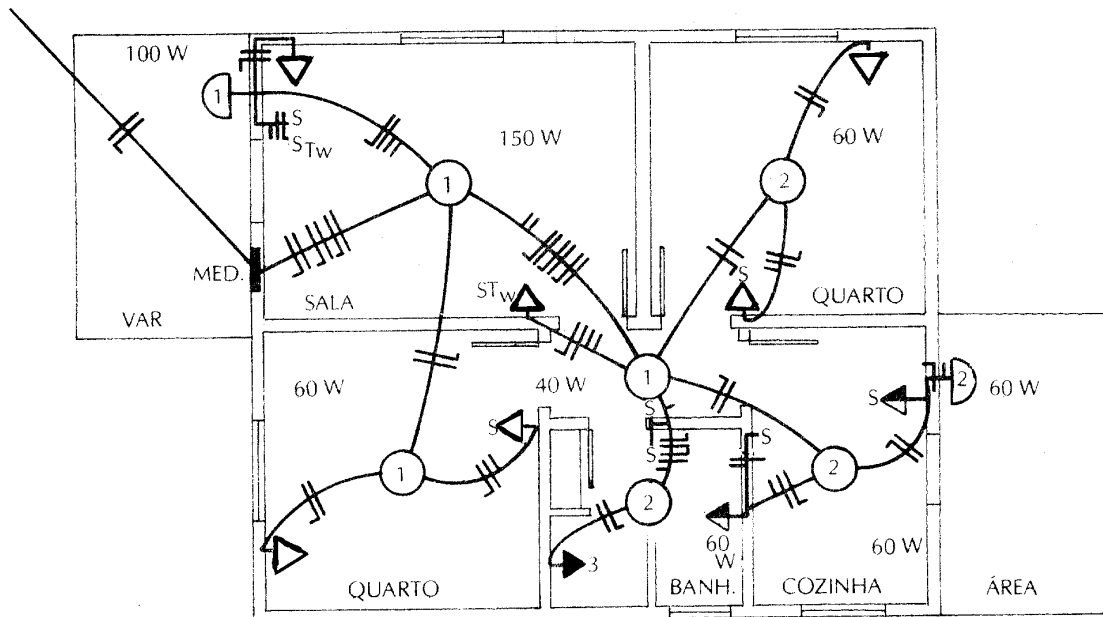
Cada metro no desenho corresponde a 25 metros reais, ou seja:

1 cm ————— corresponde a ————— 0,25 m

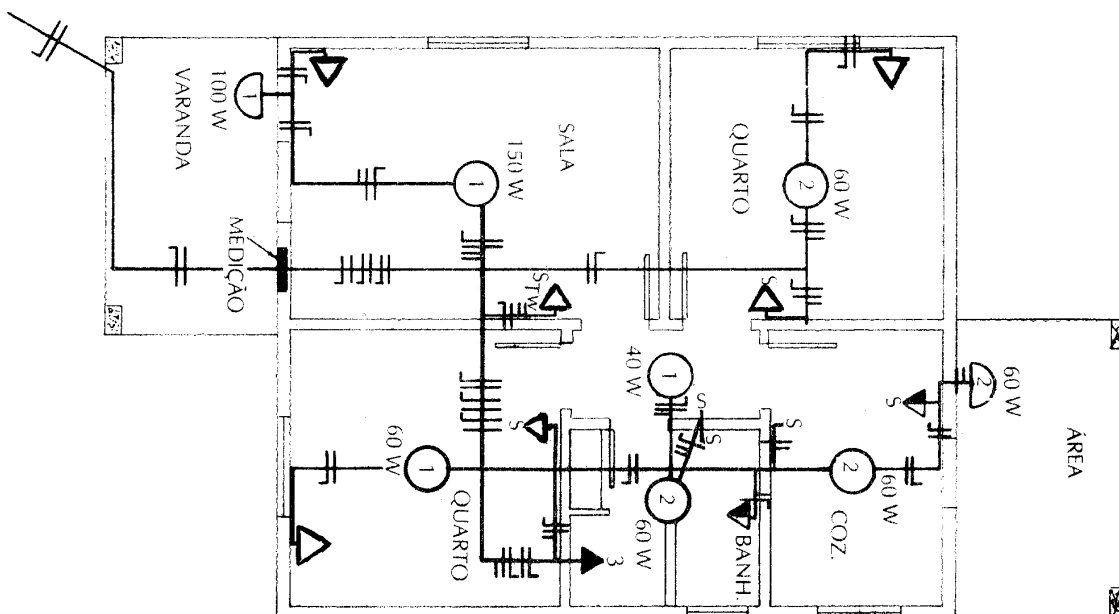
Em desenho de detalhe, medindo uma distância com escala métrica qualquer (metro de pedreiro por exemplo), achamos 35,4 mm ou 3,54 cm. O valor real a ser marcado na obra deverá ser  $3,54 \times 0,25 = 0,885$  m ou 88,5 cm.

## Plantas Baixas

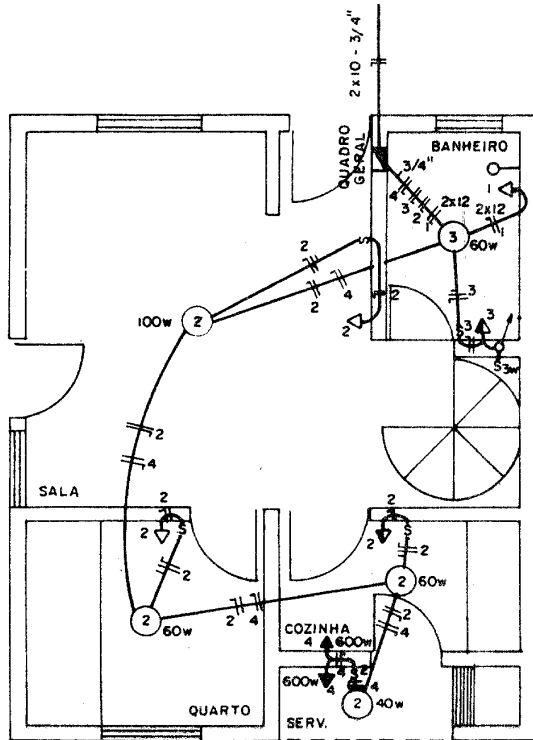
Exemplo de uma planta geral de instalação de luz de residência. Trata-se de instalação tubulada em eletrodutos, alimentada por sistema monofásico.



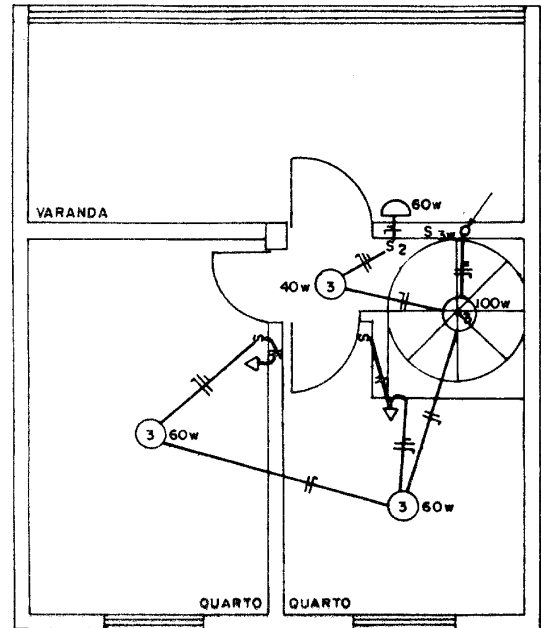
Exemplo de uma planta geral de instalação de luz com instalação aberta em isoladores "cleat".



Projeto de instalações de residência

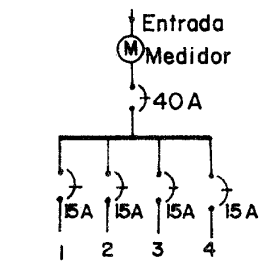


PAV. TÉRREO



PAV. SUPERIOR

CIRC.	QUADRO DE CARGAS						TOTAL (w)
	LÂMPADAS (w)			TOMADAS (w)			
	40	60	100	100	600	1200	
1						1	1200
2	1	2	1	3			560
3	1	4	1	3			680
4					2		1200
<b>SOMA</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3640</b>

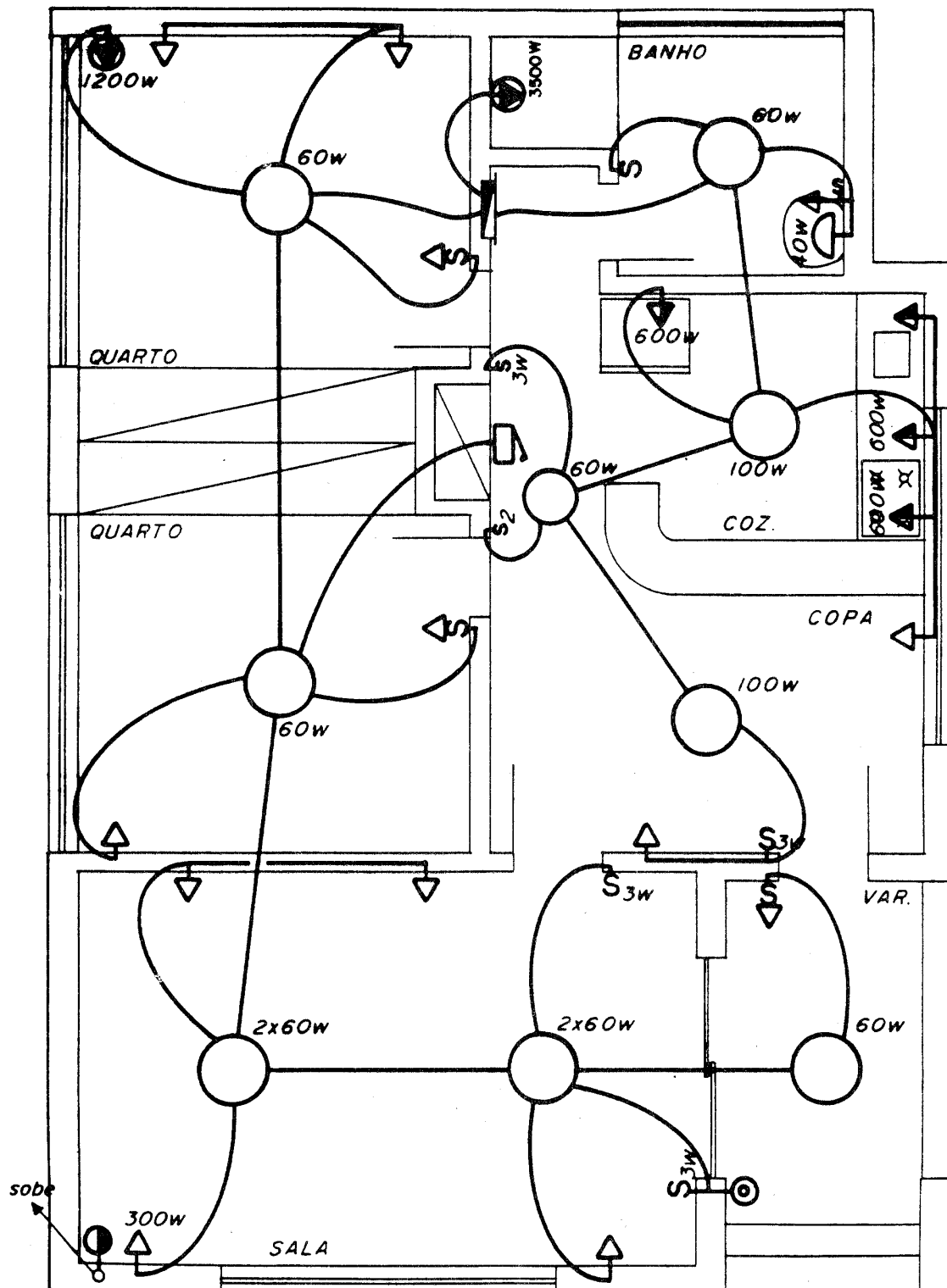


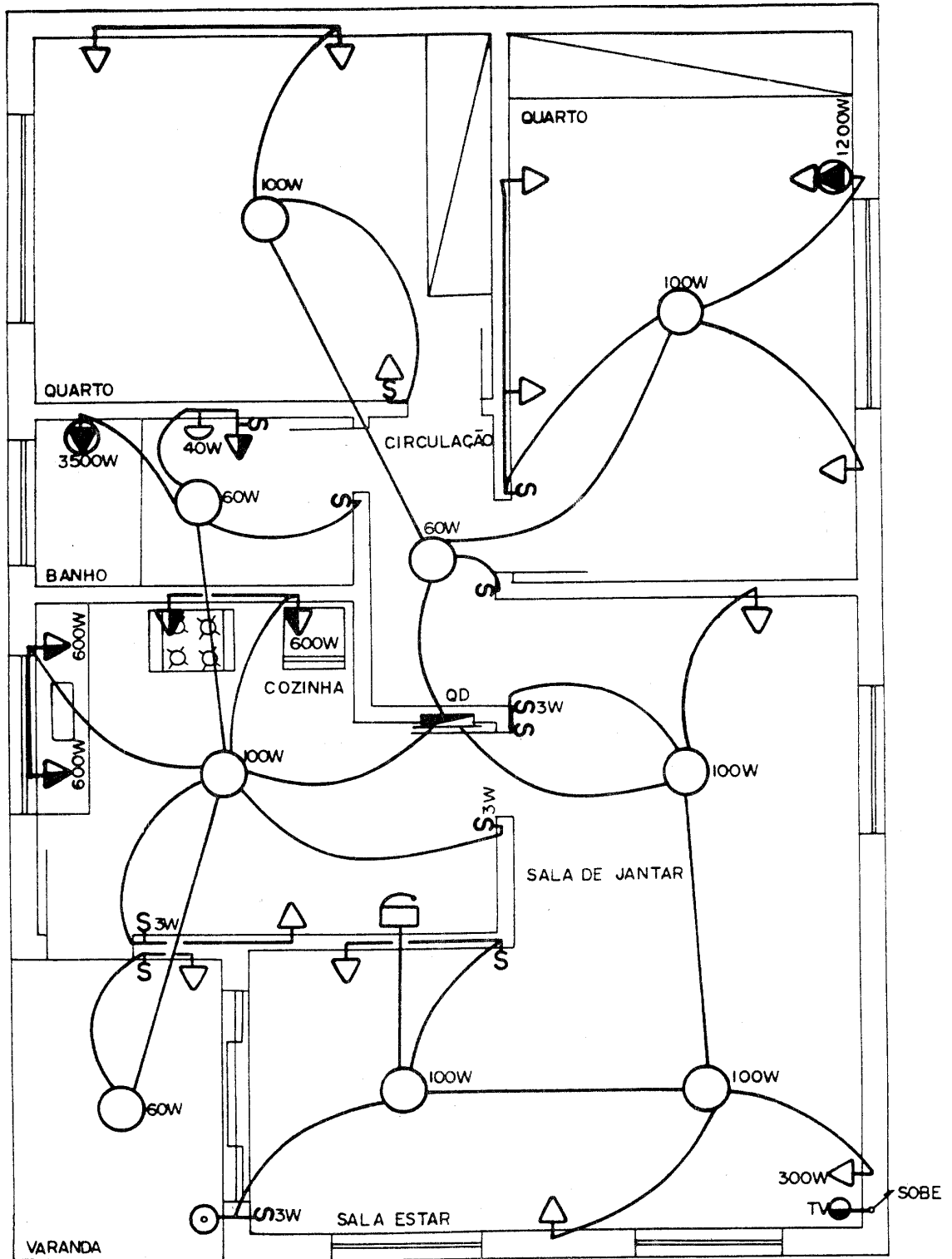
OBS:  
1- Fio não cotado é de 1,5mm<sup>2</sup>  
2- Eletroduto não cotado é de 12,7mm

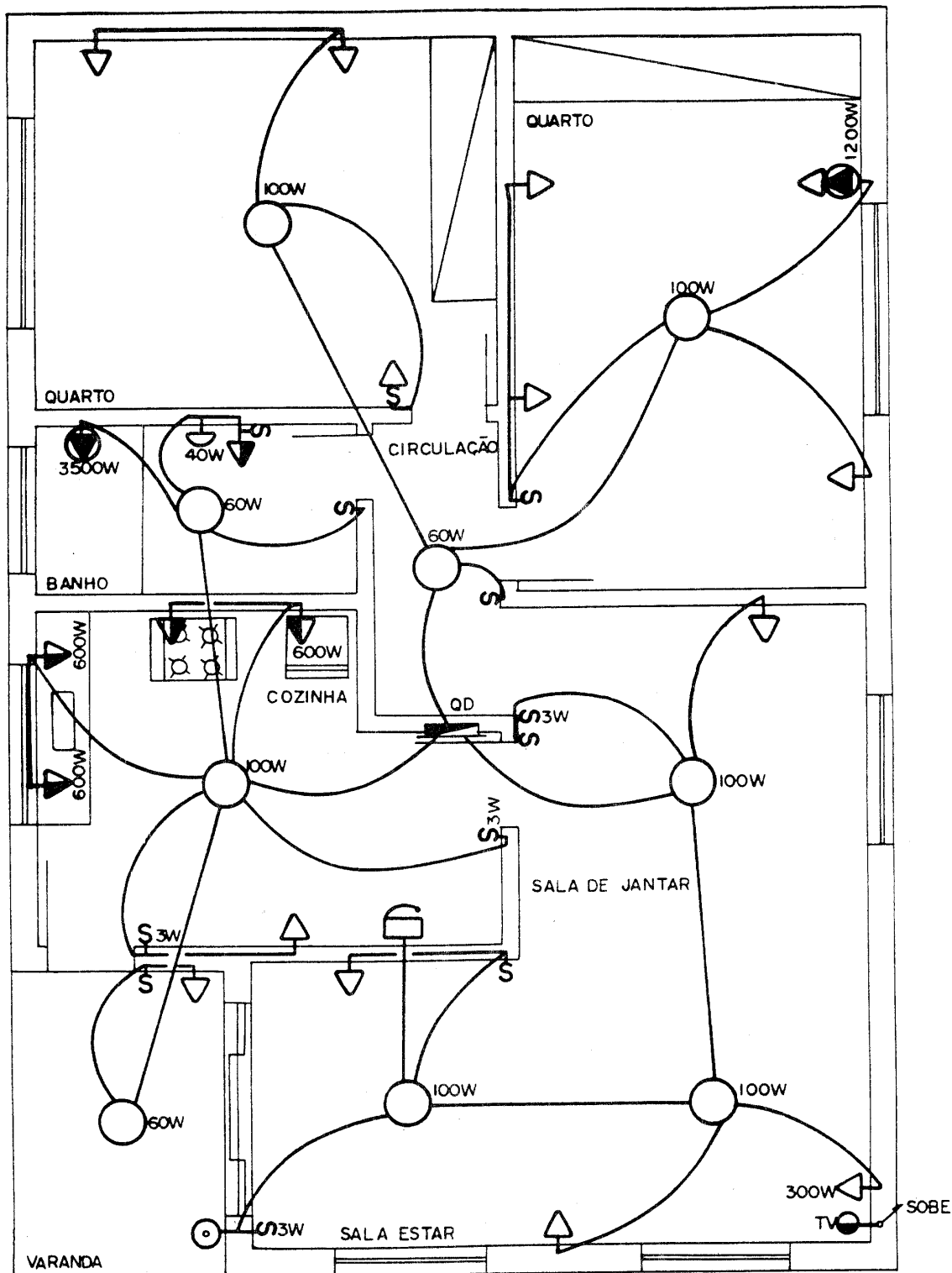


## Croquis ("Lay Outs")

- a) Codificação dos circuitos parciais;
- b) Divisão dos circuitos através de Setores.







---

## Diagramas Elétricos Industriais

### Introdução

Para o comando, regulação e proteção dos motores elétricos, que constituem os elementos de potência das instalações elétricas industriais, empregam-se diferentes dispositivos tais como: contatores, disjuntores, reguladores, relés (proteção, auxiliares), eletroímãs, sinalizadores, engates eletromagnéticos, alarmes, freios mecânicos, etc., interligados por condutores elétricos. Estes dispositivos se conectam eletricamente a uma instalação elétrica em geral destinada a efetuar as operações requeridas em uma ordem determinada.

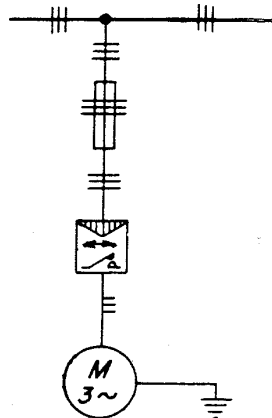
Os diagramas elétricos são desenhados, basicamente, desenergizados e mecanicamente não acionados. Quando um diagrama não for representado dentro desse princípio, nele devem ser indicadas as alterações. Os diagramas dividem-se em três grandes grupos para fins didáticos:

#### **Diagrama Esquemático**

Destinado a facilitar o estudo e a compreensão do funcionamento de uma instalação ou parte dela. Os elementos do diagrama dispõem-se de forma que possam facilitar sua interpretação e não seguindo a disposição espacial real. Isto quer dizer que diversos elementos condutores de corrente e os dispositivos de comando e proteção estão representados conforme a sua posição no circuito elétrico e independente da relação construtiva destes elementos. Os diagramas esquemáticos são classificados em 3 tipos:

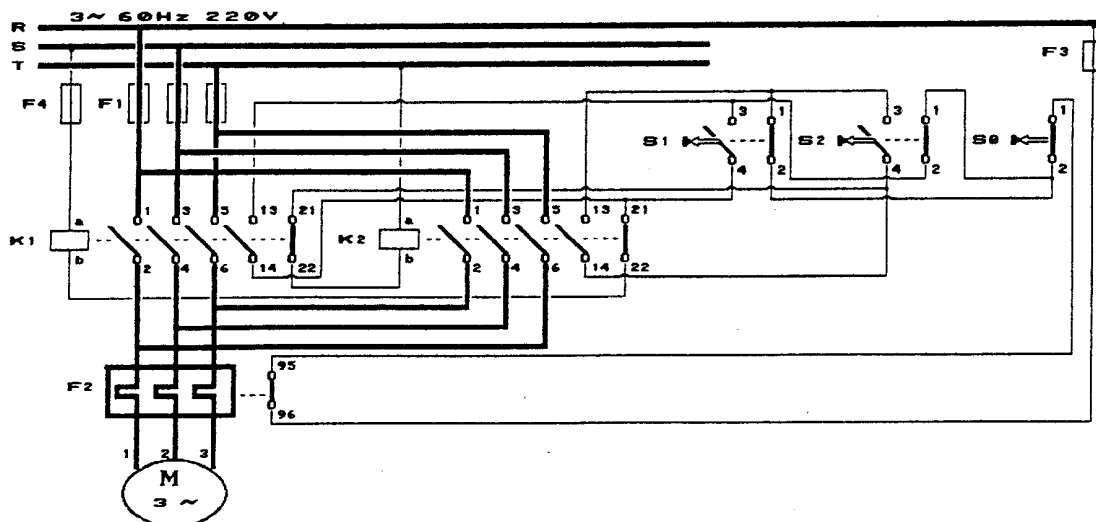
### Diagrama Unifilar

Representação simplificada, geralmente unipolar das ligações, sem o circuito de comando, onde só os componentes principais são considerados. Em princípio todo projeto para uma instalação elétrica deveria começar por um diagrama unifilar.



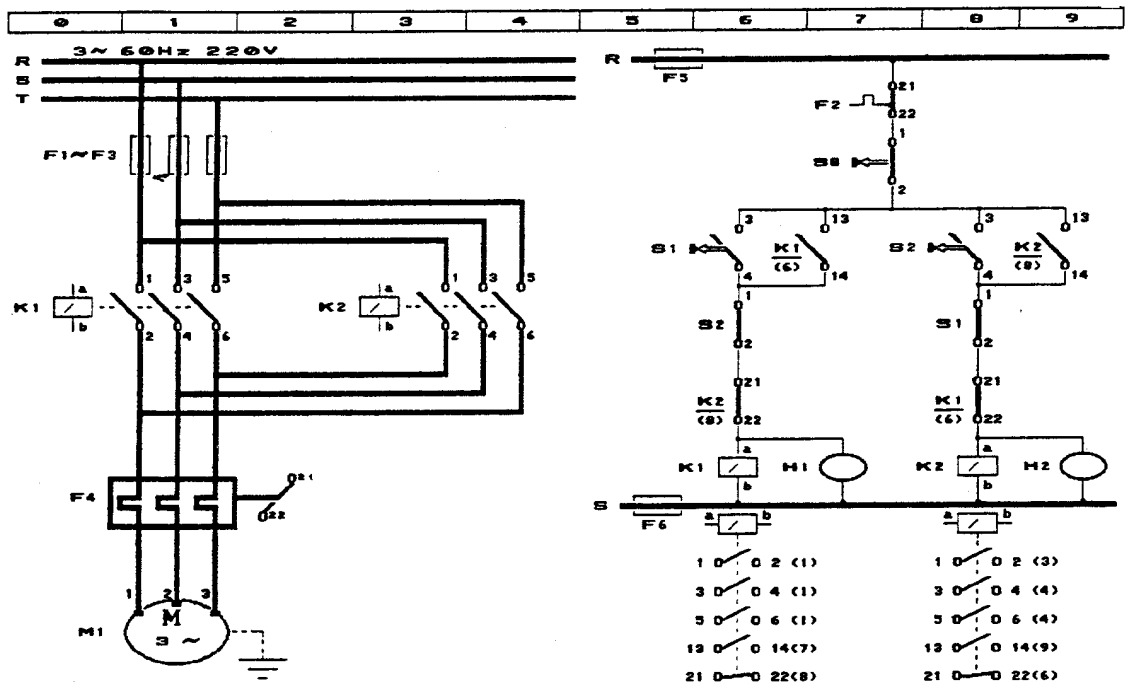
### Diagrama Multifilar

É a representação da ligação de todos os seus componentes e condutores. Em contraposição ao unifilar, todos os componentes são representados, sendo que a posição ocupada não precisa obedecer a posição física real em que se encontram. Como ambos os circuitos, (principal e auxiliar) são representados simultaneamente no diagrama, não se tem uma visão exata da "função" da instalação, dificultando, acima de tudo a localização de uma eventual falha, numa instalação de grande porte.



### Diagrama Funcional (Elementar)

A medida que os diagramas multifilares foram perdendo a utilidade, foram sendo substituídos pelos funcionais. Este tipo de diagrama representa com clareza os processo e o modo de atuação dos contatos, facilitando a compreensão da instalação e o acompanhamento dos diversos circuitos na localização de eventuais defeitos.



Basicamente o Diagrama Funcional é composto por 2 circuitos:

#### Circuito Principal ou de Força

Onde estão localizados todos os elementos que tem interferência direta na alimentação da máquina, ou seja, aqueles elementos por onde circula a corrente que alimenta a respectiva máquina.

#### Circuito Auxiliar ou de Comando

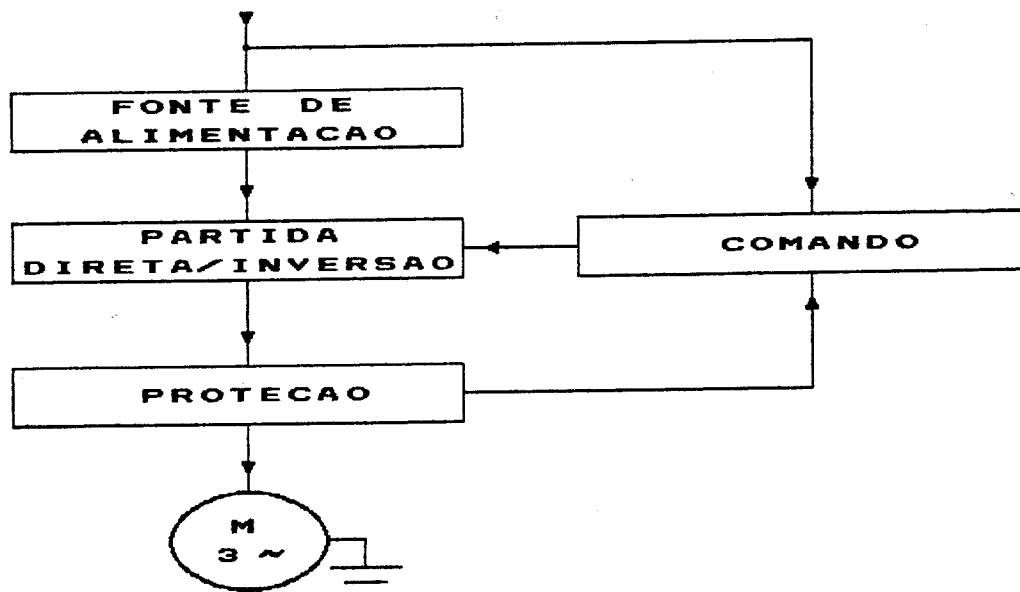
Onde estão todos os elementos que atuam indiretamente na abertura, fechamento e sinalização dos dispositivos utilizados no acionamento da máquina, em condições normais e anormais de funcionamento.

Os diagramas funcionais são os mais importantes do ponto de vista de projeto, permitindo obter uma idéia de conjunto sobre o sistema de comando adotado, que é a base de partida, proporcionando os dados fundamentais para a posterior realização dos diagramas de interligação, nos trabalhos de montagem como também a preparação da lista de materiais.

### Diagrama de Blocos

Outro tipo de diagrama explicativo utilizado muitas vezes é o denominado Diagrama de Blocos. Consiste essencialmente em um desenho simples cujo objetivo é apresentar o princípio de funcionamento de uma instalação elétrica industrial.

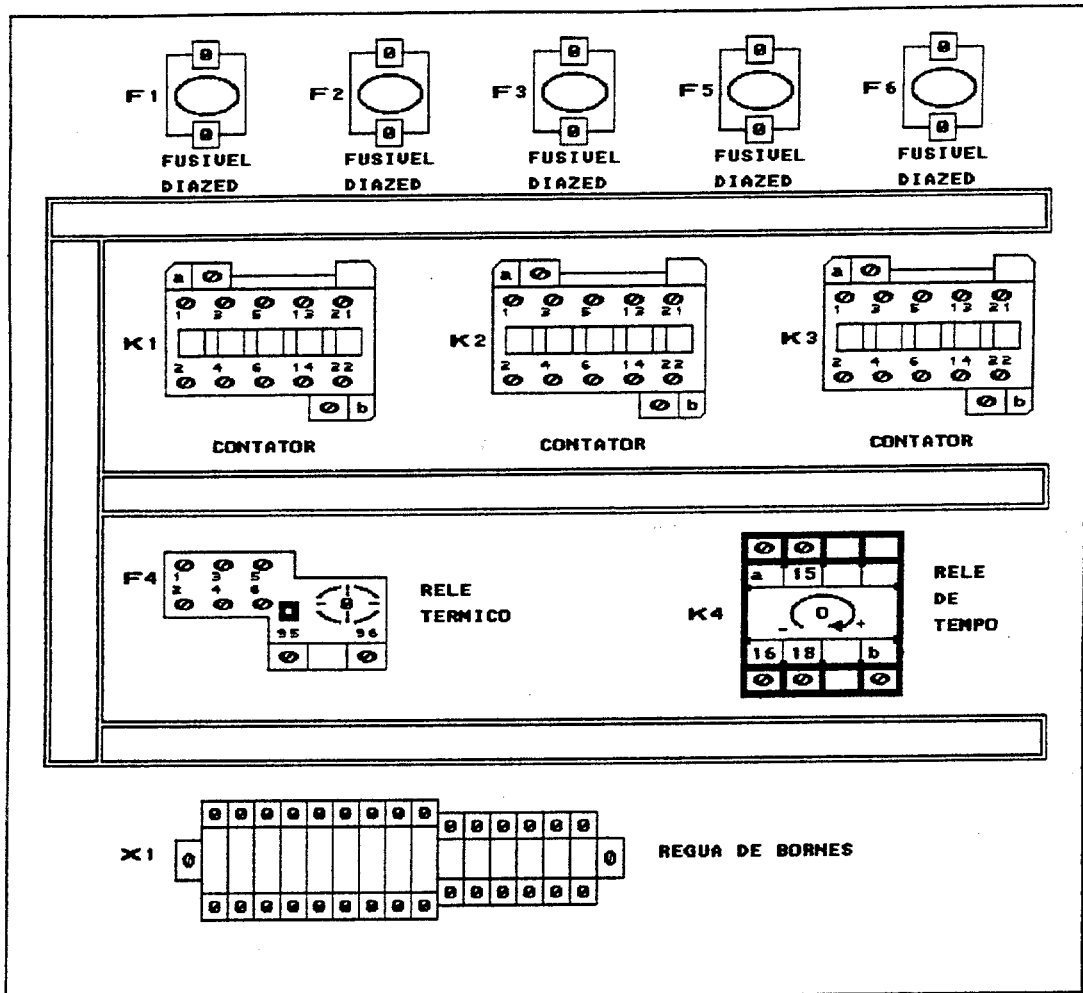
A necessidade dos diagramas de blocos está muitas vezes no interesse em conhecer o funcionamento de uma instalação sem ter que analisar detalhadamente o diagrama funcional completo, o que levaria muito tempo.



**Layout de Montagem**

O Layout de montagem constitui um documento importante para orientar a montagem, localização e reparação de falhas em todos os equipamentos que constituem uma instalação elétrica.

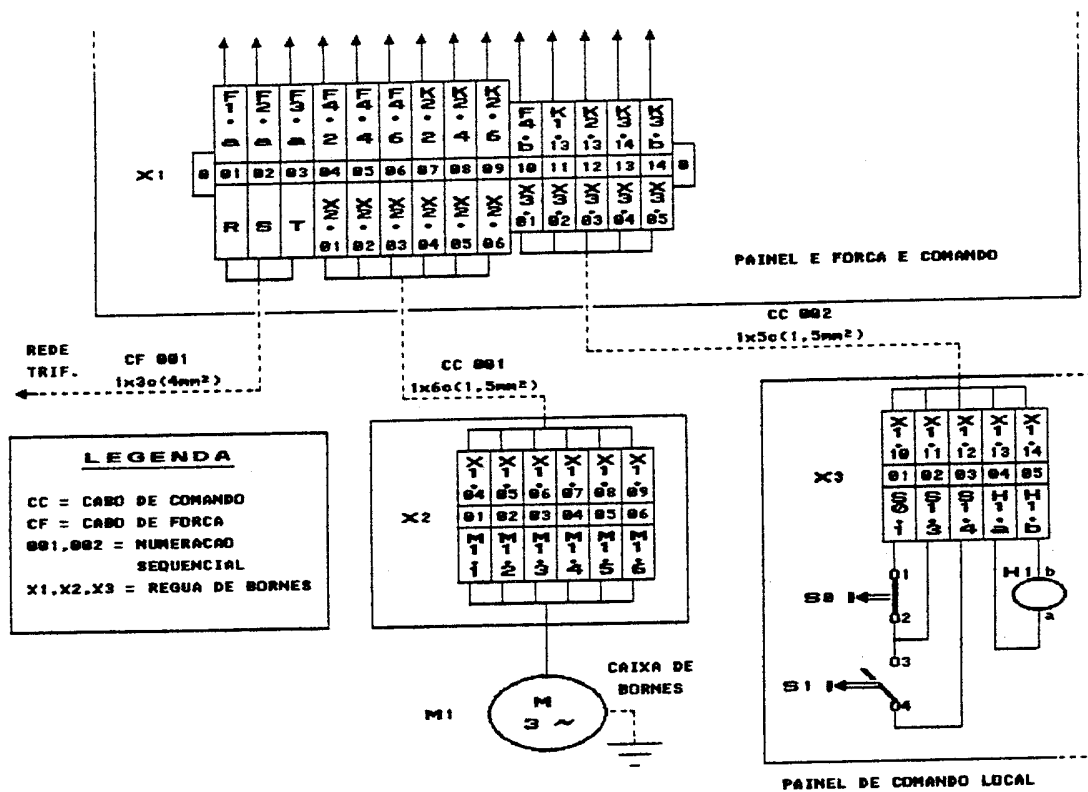
O layout que envolva máquinas, equipamentos elétricos, instalações, etc., deve refletir a distribuição real dos dispositivos, barramentos, condutores, etc., e seus elementos separados, como indicar os caminhos empregados para a interconexão dos contatos destes elementos.





### Identificação de Bornes em Diagramas de Interligação

Se duas ou mais partes de uma instalação estão interligadas entre si por condutores, estes são ligados em ambos os lados a blocos terminais (régua de bornes). Tanto os terminais quanto os conjuntos de bornes são identificados por letras e números. Para os condutores, foi escolhido o critério da identificação do seu destino em cada borne de conexão. Observe o exemplo abaixo que representa uma interligação de 3 régua de bornes com suas respectivas numerações.



## Partida de Motores

### Partida Direta

Em quase todas as concessionárias de fornecimento de energia elétrica permite-se partida direta para motores até 5 HP (3,72 kW). Entende-se por partida direta, a partida com a tensão de abastecimento.

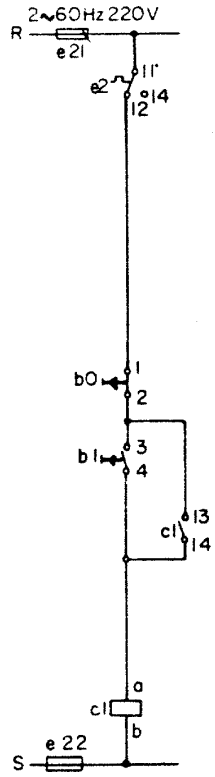
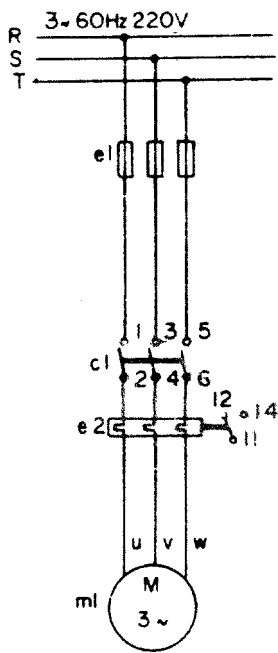
#### ***Seqüência Operacional***

##### *Ligação*

Estando sob a tensão os bornes R, S e T , e apertando-se o botão b1, a bobina do contator c1 será energizada. Esta ação faz fechar o contato de selo c1, que manterá a bobina energizada; os contatos principais se fecharão, e o motor funcionará.

Circuito de Força

Circuito de Comando



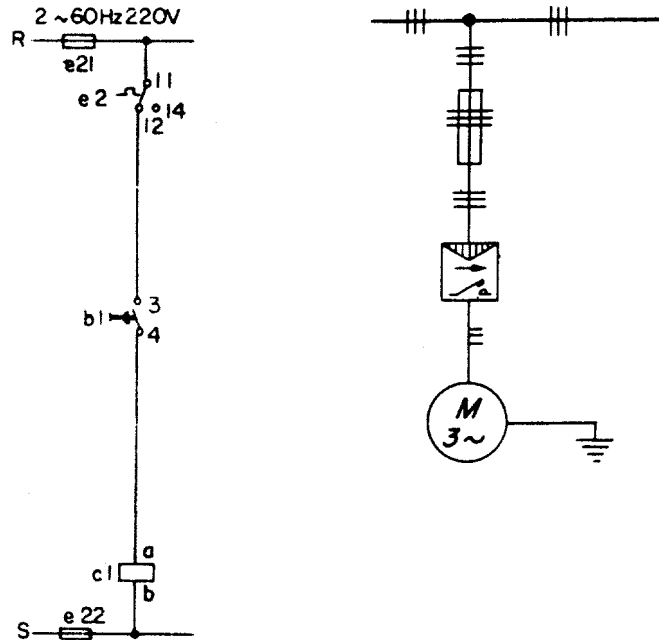
**Interrupção**

Para interromper o funcionamento do contator, pulsamos o botão b0; este se abrirá, eliminando a alimentação da bobina, o que provocará a abertura do contato de selo c1, e consequentemente, dos contatos principais, e a parada do motor.

Nota: Um contator pode ser comandado também por uma chave de um pólo. Neste caso, eliminam-se os botões b0 e b1 e o contato de selo c1, e introduz-se no circuito de comando a chave b1.

Circuito de Comando

Diagrama Unifilar



Acima de 5 HP usam-se dispositivos que diminuem a tensão aplicada aos terminais dos motores e desta maneira limita-se a corrente de partida. Tais dispositivos são:

### Chave estrela-triângulo

Esta chave pode ser manual ou automática e se aplica quando o motor é de indução, trifásico e com rotor em gaiola.

O botão de comando b1 aciona o contator estrela c2 e, ao mesmo tempo, o dispositivo de retardamento d1; o contato fechador de c2 atua sobre o contato de c1, fechando a bobina c1 do contator da rede. Assim o motor parte em estrela.

Decorrido o tempo de retardamento, o contato abridor d1, opera e o contator estrela c2 é desligado. Quando o contato abridor de c2 abre, fecha o contator triângulo c3, pois o contato fechador de c1 já estava fechado quando c1 ligou. O motor opera em triângulo. Se quisermos parar o motor, aciona-se o botão b0, interrompendo o contator de rede c1. O contato fechador de c1 abre-se, o contator triângulo é desligado e o motor pára.

Chave estrela-triângulo de partida automática de motores.

Circuito de Força

Circuito de Comando

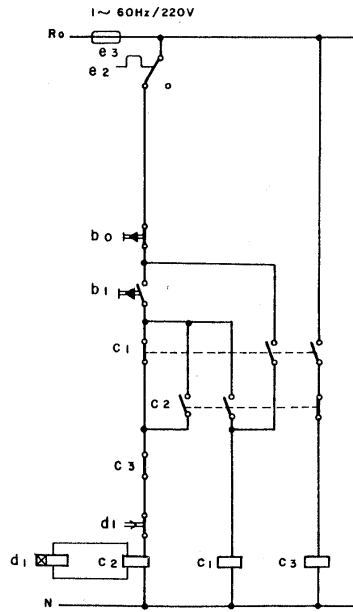
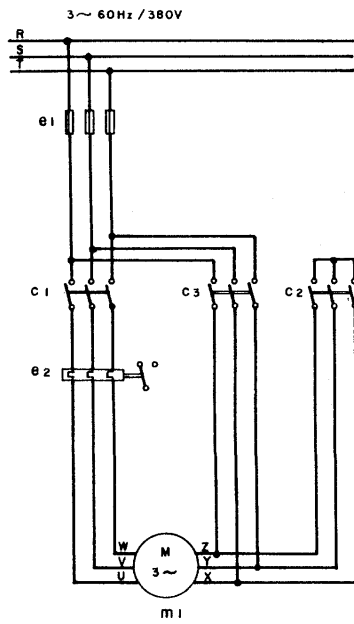
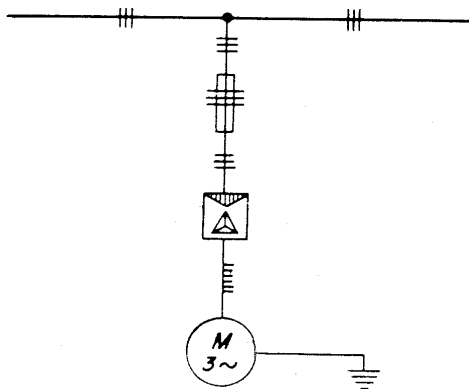


Diagrama Unifilar



### Inversão do sentido de rotação de motores trifásicos

Quando o botão b1 é acionado energiza-se a bobina do contator c1 e abre-se o contato fechador de c1; o motor parte com o sentido de rotação, por exemplo, para a direita.

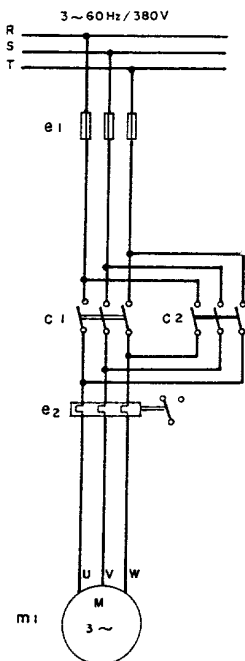
Quando se aciona o botão b2, o contator c1 “DESLIGA”, através do contato abridor de c2 e o contator c2 “LIGA” através do contato fechado por botão de comando. A ordem “LIGA” para o contator c2 só é efetivada quando o contato abridor do contator c1 estiver fechado. O motor é frenado e passa a girar no sentido contrário, por exemplo, à esquerda.

Circuito de Força

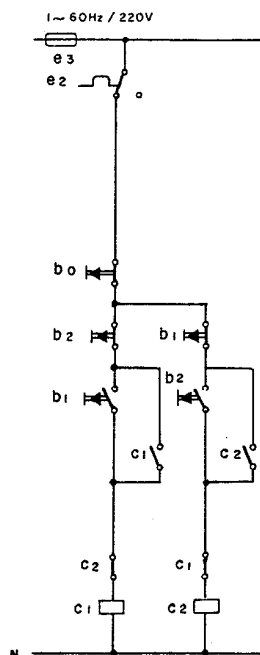
Circuito de Comando

Diagrama Unifilar

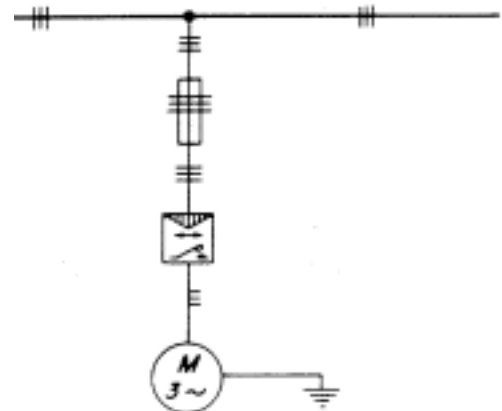
Circuito de Força



Circuito de Comando



Circuito Unifilar



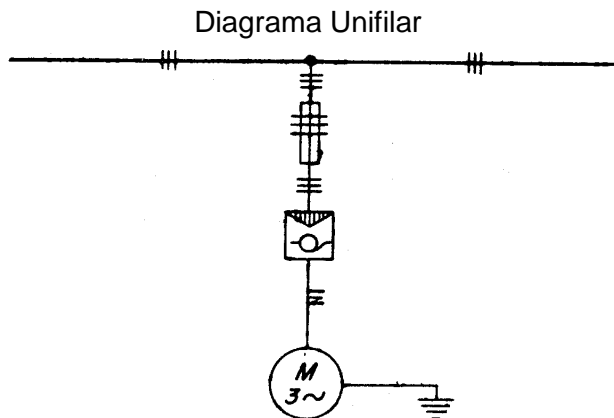
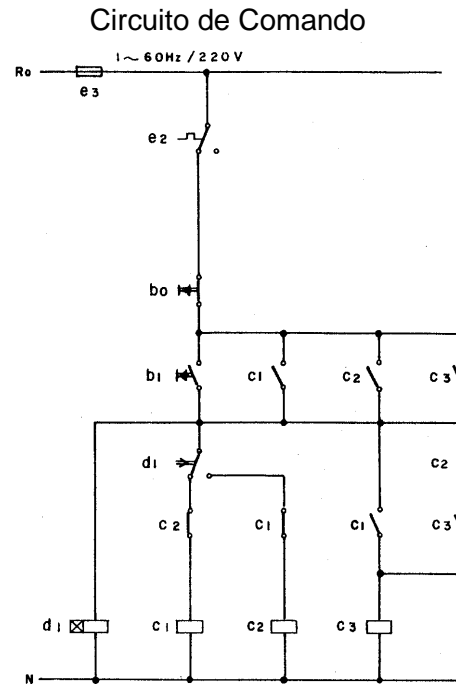
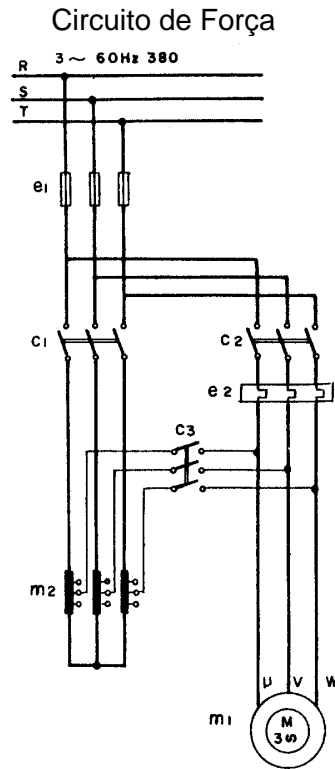
### **Compensador ou autotransformador de partida.**

O botão de comando b1 aciona a bobina de c1 e o relé temporizado d1. Assim fecha-se o contato fechador de c1 e a bobina de c3 é energizada. O motor parte com tensão reduzida e fecha-se o contato fechador e o contato de selo de c3.

Decorrido o tempo pré-ajustado, o relê d1 comuta a ligação, então abre-se o contato fechado e fecha-se o abridor de c1; energiza-se a bobina c2. Assim abre-se o contato abridor de c2 e a bobina de c3 é desenergizada e o motor parte com tensão plena.

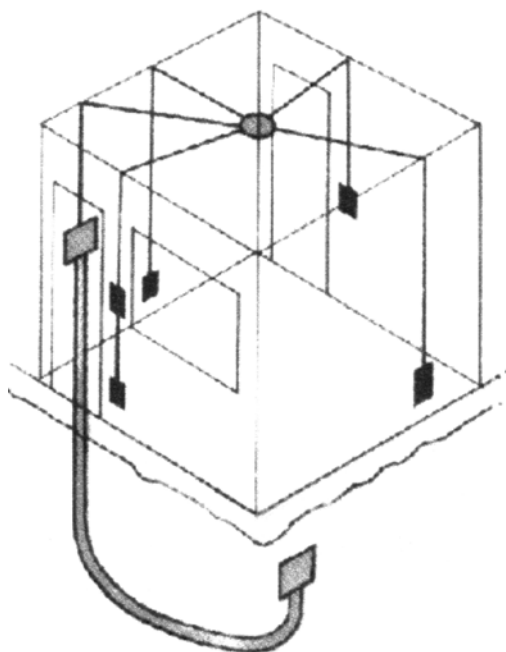
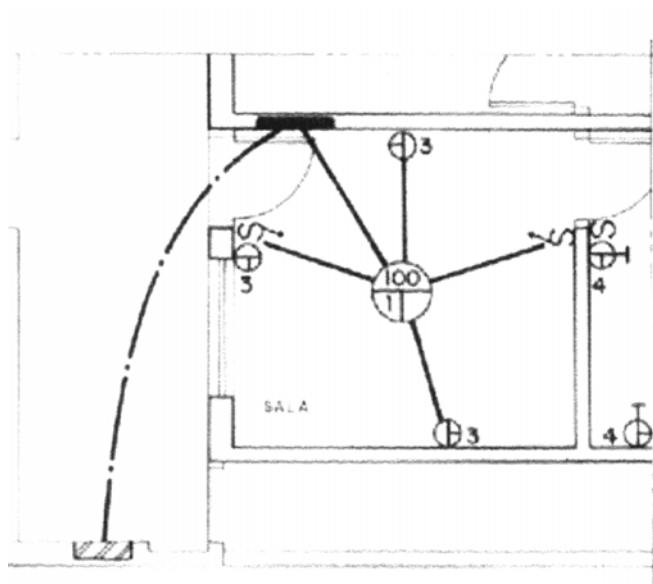
Quando se desejar parar o motor aciona-se o botão b0 o que desenergiza a bobina c2 e o relé comutador, parando-se o motor.

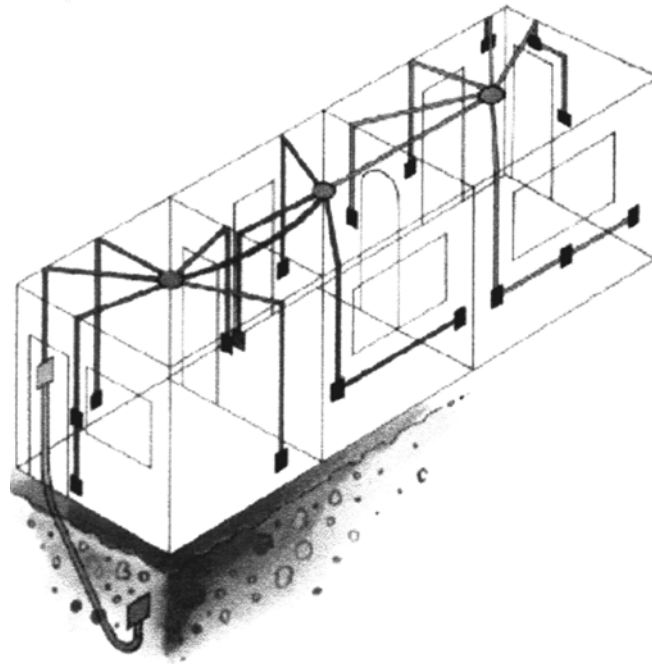
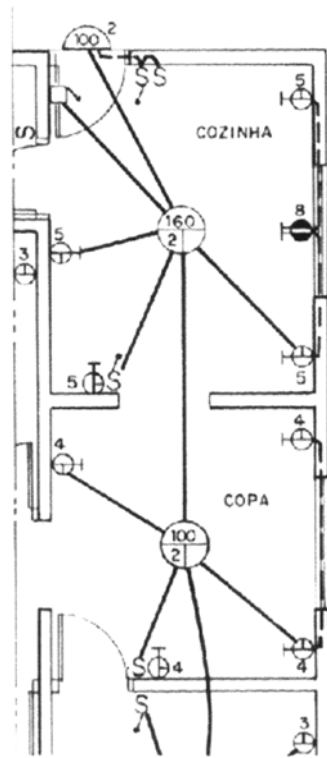
Diagrama de partida automática de motores com autotransformador





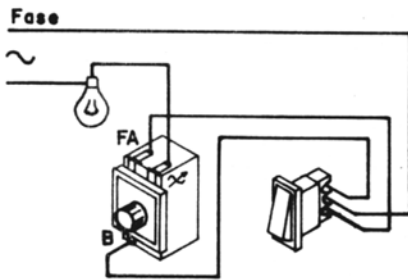
### Esquemas Isométricos



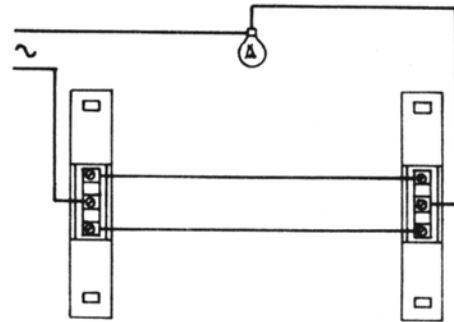


## Diagrama de Fiação

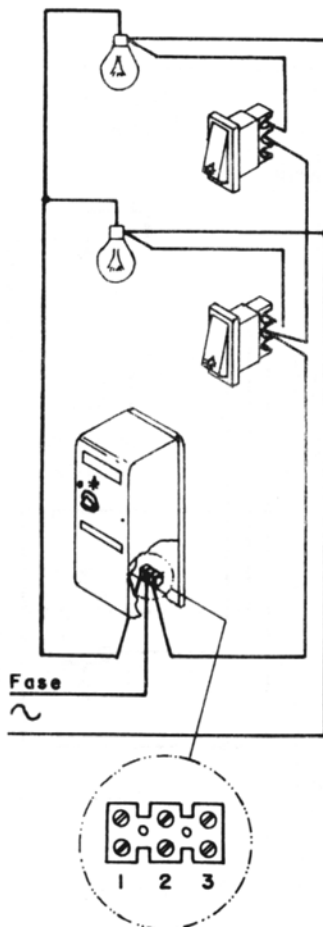
Variador rotativo paralelo + interruptor paralelo



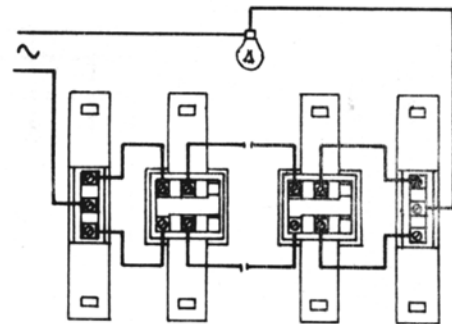
Interruptor paralelo



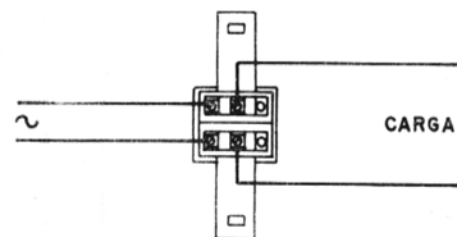
Minuteria 10A



Interruptor intermediário + paralelo

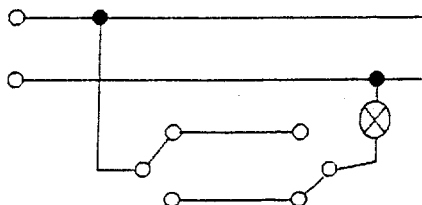


Interruptor bipolar



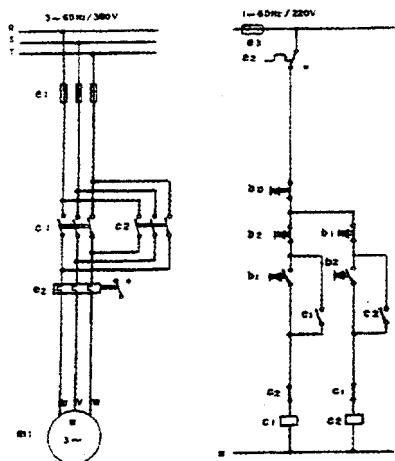
**Exercícios:**

1. Marque a alternativa que identifica os componentes que estão representados no diagrama multifilar abaixo:



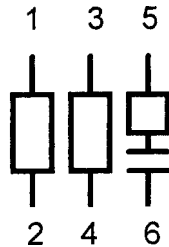
- a) ( ) interruptores simples e lâmpada;
- b) ( ) interruptores intermediários e lâmpadas incandescentes;
- c) ( ) interruptores paralelos e lâmpada incandescente;
- d) ( ) interruptores unipolares e lâmpadas fluorescente;
- e) ( ) N.R.A.

2. A figura abaixo representa:



- a) ( ) o diagrama multifilar de uma chave estrela-triângulo;
- b) ( ) o diagrama de blocos de uma partida direta de motor trifásico;
- c) ( ) o diagrama funcional (força e comando) de uma partida direta de motor trifásico;
- d) ( ) o esquema elétrico de uma chave compensadora;
- e) ( ) o diagrama funcional de inversão do sentido de rotação de motor trifásico.

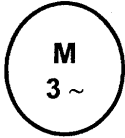
3. Dados os bornes de ligação do motor monofásico abaixo, faça:



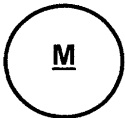
- a) ligação em 110V, e sua respectiva ligação com reversão;
- b) ligação em 220V, e sua respectiva ligação com reversão;
4. Qual a potência máxima que um motor trifásico 220V pode ter, partindo direto da rede elétrica e como deve ser ligada suas bobinas para que tenha melhor desempenho?
5. Faça um esquema FUNCIONAL e UNIFILAR de ligação de um motor trifásico partida direta com reversão.
6. Faça um esquema FUNCIONAL e UNIFILAR de ligação de um motor trifásico com partida ESTRELA TRIÂNGULO.

7. Dê o nome dos símbolos abaixo:

a)



b)



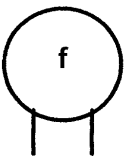
c)



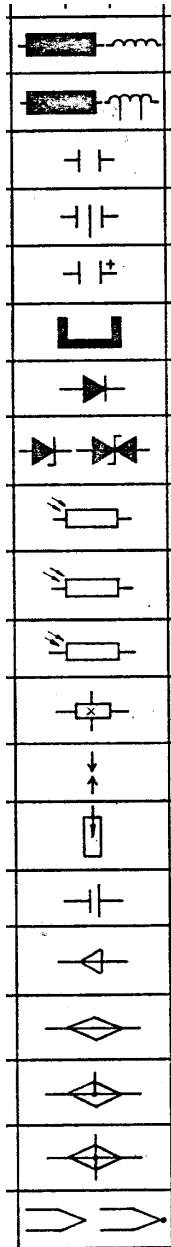
d)













e)



8. Escreva o nome do dispositivo elétrico representado por cada uma das simbologias abaixo (norma ABNT):

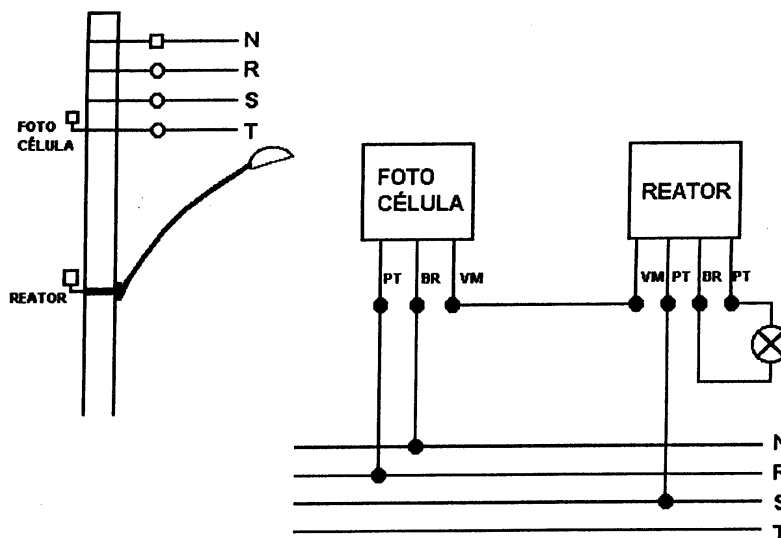


9. Escreva o nome do dispositivo elétrico representado por cada uma das simbologias abaixo (norma ABNT):



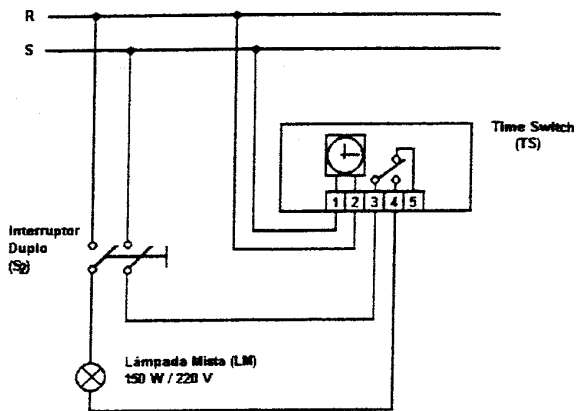
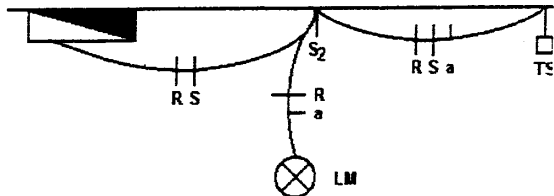
10. Desenhe o esquema MULTIFILAR de uma ligação de uma lâmpada através de um interruptor three-way.
11. Mostre como ficaria a ligação anterior na forma de esquema UNIFILAR.
12. Rede de distribuição bifásica de fotocélula (110V) comandando lâmpada vapor de mercúrio (220V).



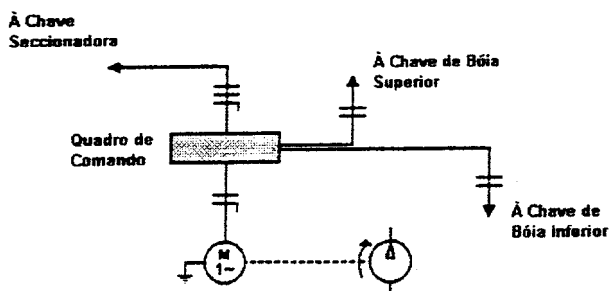
Notas:

- a) A fotocélula deverá ser isolada atrás do poste, de tal modo, que a célula foto-elétrica fique voltada em sentido contrário às luzes artificiais (letreiros luminosos etc), a fim de evitar operações incorretas.
- b) Em caso de encabeçamento do secundário de ambos os lados do poste a instalação da fotocélula será feita no parafuso de fixação da cinta superior. Em caso de tangencia em um parafuso adicional de 16 x 45 mm.
- c) Em postes de madeira o braço é afixado por parafuso de máquina de 16mm x comp. adequado.
- d) No caso de poste de madeira, a fotocélula será afixada no parafuso superior de sustentação da armação do neutro, sendo adicionada uma porca quadrada para parafuso de 16 mm.

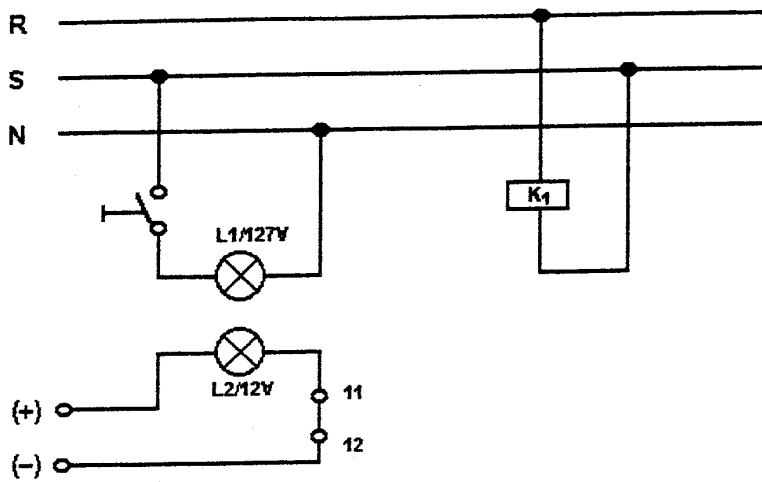
13. Rede de eletroduto PVC de interruptor duplo comandando uma lâmpada mista com time switch.



14. Sistema hidráulico contendo chave magnética, chave bóia e motobomba monofásica.



15. Sistema de iluminação de emergência com bateria.



**Exercícios - Medidas de Superfície**

1) Transforme em m<sup>2</sup>:

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| a) 7 km <sup>2</sup>    | e) 87,20 dm <sup>2</sup>  |
| b) 8 dam <sup>2</sup>   | f) 44,93 cm <sup>2</sup>  |
| c) 6,41 km <sup>2</sup> | g) 0,0095 hm <sup>2</sup> |
| d) 5,3 hm <sup>2</sup>  | h) 524,16 cm <sup>2</sup> |

2) Faça a conversão de:

- |  |  |
|--|--|
| a) 15 m <sup>2</sup> em dm <sup>2</sup>    | e) 0,07 dm <sup>2</sup> em cm <sup>2</sup> |
| b) 30 hm <sup>2</sup> em km <sup>2</sup>   | f) 581,4 m <sup>2</sup> em dm <sup>2</sup> |
| c) 0,83 cm <sup>2</sup> em mm <sup>2</sup> | g) 739 dam <sup>2</sup> em km <sup>2</sup> |
| d) 3200 mm <sup>2</sup> em cm <sup>2</sup> | h) 0,65 m <sup>2</sup> em hm <sup>2</sup>  |

**Tabela para facilitar os exercícios:**

MÚLTIPLOS						SUBMÚLTIPLOS							
Km <sup>2</sup>		hm <sup>2</sup>		dam <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>		dm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	