

## O METROPOLITANO DE LISBOA\*

Embora tardiamente, por motivos estranhos à nossa vontade, só hoje publicamos a última nota que elaborámos sobre os vários aspectos da instalação do «Metropolitano de Lisboa», fazendo uma breve descrição dos postos de transformação, distribuição de b. t. e iluminação, carruagens automotoras, telecomunicações e rede de relógios, cujo fornecimento foi feito pelo Grupo Siemens.

### I — Postos de transformação

#### 1. Generalidades

No primeiro escalão da primeira fase do Metropolitano de Lisboa foram instalados 13 postos de transformação (1 em cada estação, nas oficinas e ainda no nó da Rotunda), em dependências subterrâneas, à excepção do das oficinas.

As celas dos transformadores foram colocadas num compartimento privativo, separado das celas de alimentação por uma parede divisória, fazendo-se a passagem do barramento por meio de isoladores de travessia. Deste modo o perigo de explosão e incêndio ficou limitado. As celas de alimentação, em alta tensão, ficam do lado oposto às dos transformadores, sendo formadas por uma estrutura metálica que suporta o barramento e a aparelhagem. Esta estrutura é desmontável, pelo que a sua montagem se tornou fácil e rápida. O enchimento das paredes divisórias foi feito em tijoleira de fina espessura, formando com a estrutura em ferro U malhas de sólida resistência.

#### 2. Alimentação

Ao longo da galeria correm dois cabos de 3000 V que servem os transformadores.

Os postos de transformação das estações são equipados com 2 transformadores de 25 kVA, destinando-se um a alimentar os serviços de força motriz e o outro os de iluminação e sinalização. Como nas estações da Rotunda e Parque a potência instalada é superior às restantes, houve que instalar 3 transformadores, sendo 2 de 75 kVA, e 1 de 25 kVA na Parque e 1 de 75 kVA e 2 de 25 kVA na Rotunda. Normalmente os transformadores que se destinam à força motriz são alimentados por um dos cabos, enquanto o outro cabo fornece energia aos transformadores de iluminação. Porém, em caso de avaria, cada um dos cabos serve de reserva do outro, para o que foi instalado um seccionador de transferência de barramento nas celas de alimentação.

Cada um dos cabos que entra nos postos de transformação tem assegurada a sua continuidade de condução através do barramento, sendo montados 2 seccionadores com facas de ligação à terra, um na entrada e outro na saída.

#### 3. Seccionadores

Os seccionadores de ligação aos transformadores são seccionadores de corte em carga, tripolares, os quais permitem a ligação e desligação em serviço. São equipados com fusíveis de alto poder de corte, montados na parte inferior, que asseguram a protecção da instalação para curto-circuito.

O circuito de corrente dos seccionadores é constituído por peças de

contacto fixo e de arco. Na operação de desligar, as facas de arco formam com as facas principais um ângulo cada vez maior, até saírem das peças de contacto fixas, saltando para a posição primitiva por meio de molas. A extinção do arco que se forma durante a separação das facas dá-se dentro duma câmara de arco estreita, de material isolante, que auxilia o processo de extinção por meio de gases que se formam sob a influência do arco.

Os seccionadores de chegada e saída dos cabos de alta tensão são equipados com isoladores do tipo «acordeon», isto é, com ranhuras circulares. O mesmo tipo foi escolhido para todos os isoladores de suporte e passagem utilizados. A forma das ranhuras alonga consideravelmente o caminho de contornamento à superfície do isolador, de modo que há uma segurança três vezes maior do que para os isoladores lisos da mesma altura.

Para comando do comutador de ligação à terra possuem um segundo eixo de manobra que dispõe de um encravamento mecânico como o primeiro.

Os seccionadores contêm ainda contactos de comutação auxiliares de 10 A que são utilizados no encravamento eléctrico dos seccionadores, como adiante se verá.

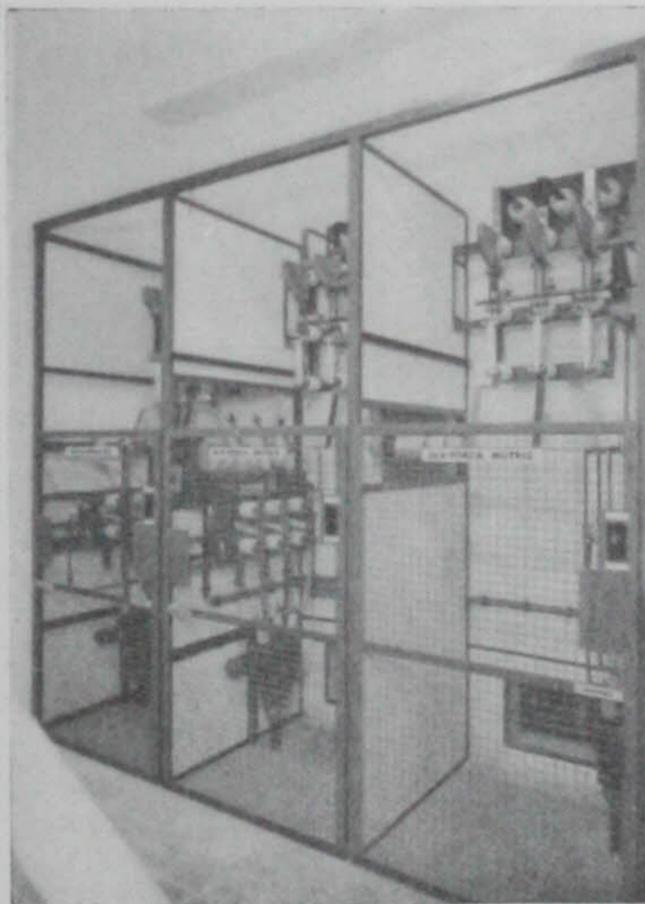
Os postos de transformação foram dimensionados para a tensão nominal de 10 kV, embora a sua tensão de serviço seja de 3000 V.

#### 4. Transformadores

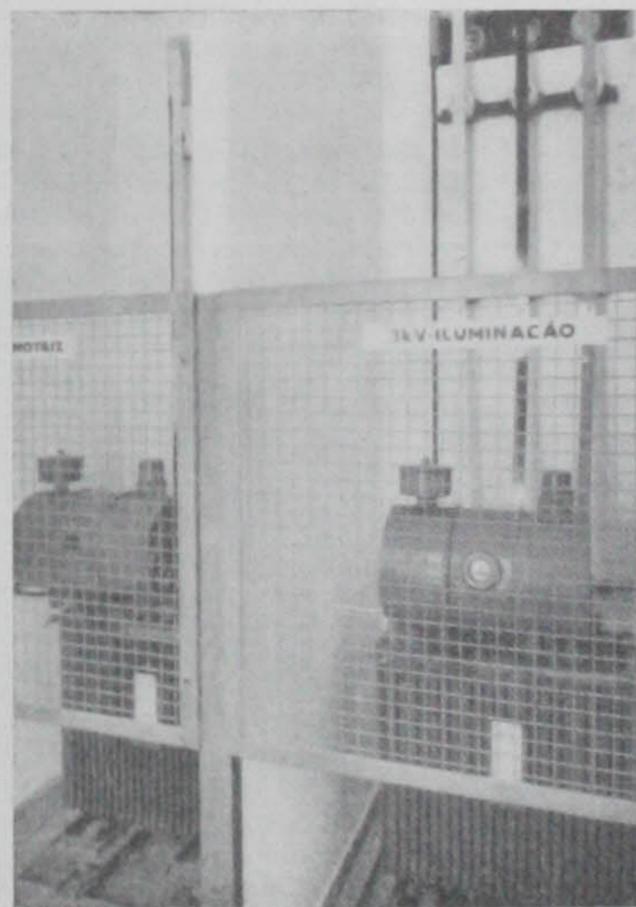
Os transformadores de relação 3000/380-220 V, são do tipo interior, com arrefecimento natural e providos de tomadas de regulação de  $\pm 5\%$ , no enrolamento de alta tensão, manobradas do exterior sem tensão. O seu tipo de ligação é triângulo-estrela com ponto neutro secundário, com razão de transformação em vazio idêntica e tensão de curto-circuito praticamente igual, de modo que o funcionamento em paralelo de transformadores, de relação de potência de 3 : 1, é assegurado segundo VDE 0532, § 72.

Para dieléctrico foi escolhido o «clophen», que sendo incombustível, elimina o perigo de incêndio. Ao contrário do óleo mineral, o «clophen» não tem ponto de combustão, isto é, o vapor de «clophen»

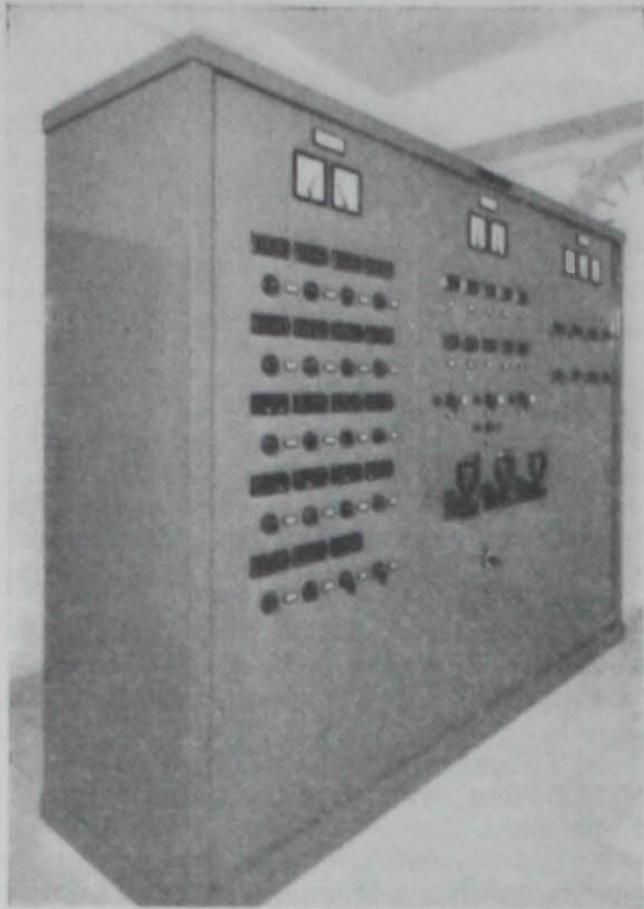
\* Ver números 12 e 14 da ELECTRICIDADE.



Posto de seccionamento  
3 kV (Rotunda)



Posto de transformação para iluminação  
e força motriz (Rotunda)



Quadro de comando e distribuição (Rotunda)

não alimenta a combustão depois de eliminada a fonte de ignição. Pelo contrário, apresenta propriedades extintoras de chamas.

A sua resistência à perfuração varia entre 200 kV/cm a 250 kV/cm, alcançando um valor pelo menos igual ao dos óleos minerais bem preparados. A preparação sintética e a destilação pelo vácuo garantem uma composição uniforme e uma grande pureza, de modo que resultam propriedades eléctricas sempre iguais.

O «clophen» é caracterizado pela sua inalterabilidade química extremamente elevada. É muito resistente à presença do oxigénio do ar e à humidade, que podem entrar em seu contacto em casos excepcionais como em defeitos mecânicos dos isoladores de passagem. Não podem formar-se ácidos ou lamas como nos óleos minerais. Tem um peso específico de 1,40 a 1,55 pelo que a água flutua sobre o mesmo, não intervindo a humidade eventualmente infiltrada na parte activa do material. Mantém-se inalterável quimicamente a altas temperaturas, muito superiores à temperatura de serviço.

Não se formam produtos tóxicos provenientes de decomposição, nem mesmo à temperatura do arco voltaico. Neste caso produzem-se quantidades insignificantes de gás clorídrico, que são muito inferiores às quantidades nocivas para a saúde.

##### 5. Encravamento

Como atrás se disse os cabos de A T servem de reserva mútua um do outro, através do seccionador de transferência de barramento. Porém, para evitar o paralelo dos referidos cabos, os cinco seccionadores foram equipados com sistema de encravamento eléctrico. Para o efeito, utilizaram-se electroímãs de formato adequado, alimentados por uma fonte de corrente contínua a 48 V (bateria para a iluminação de socorro) e comandados pelos contactos auxiliares dos seccionadores. Os contactos utilizados são de repouso pelo que nunca se corre o perigo de manobras erradas por uma eventual falta de alimentação.

## II — Baixa tensão e iluminação

### 1. Quadros de distribuição

Em cada estação, junto do posto de transformação, foi instalado o quadro de distribuição de B T. Este é constituído por 3 painéis, fechados por todos os lados, com acesso pela parte detrás através de 3 portas dotadas de fecho fazendo-se o comando de toda a aparelhagem pela parte frontal.

Além dos barramentos para força motriz, para iluminação e para circuitos de socorro, foi estabelecido o barramento de transferência. Este barramento, através de um contactor, comandado automaticamente por um relé, fornece energia do transformador de força motriz ao barramento de iluminação, sempre que faltar tensão no secundário do transformador de iluminação. Este contactor pode também ser comandado voluntariamente.

Os disjuntores principais instalados na chegada do secundário dos transformadores e comandados por accionamento motriz a 380 V, são equipados em cada fase com relés bimetálicos temporizados, com compensação de temperatura, que desempenham a protecção térmica de sobrecargas, e com relés de máxima, não temporizados, electromagnéticos, que asseguram a protecção de curto-circuito. São ainda equipados com um bloqueio de curto-circuito, que evita uma ligação repetida sobre um curto-circuito.

Todos os circuitos de saída são protegidos também por disjuntores calibrados de acordo com as respectivas intensidades. Os disjuntores unipolares (sem corte de neutro) e bipolares, com protecções térmica de sobrecarga e electromagnética, realizam simultaneamente a função de interruptores normais.

Para indicação da posição da principal aparelhagem, os quadros foram equipados com lâmpadas de sinalização. Além disso, e para conhecimento do chefe de estação, foram instalados quadros de relés avisadores, um por cada transformador, nos seus gabinetes, que dão um sinal sonoro e visual sempre que dispare qualquer dos disjuntores principais. A sua alimentação é feita a 48 V e o comando realizado através dos contactos auxiliares dos referidos disjuntores. A buzina pode ser imediatamente desligada, mas permanece o sinal visual. Este só desaparece, e automaticamente, quando se extingue a causa que motivou o alarme. Só então é possível rearmar o relé, colocando-o em condições de receber novo aviso.

Quando faltar a tensão no barramento geral de iluminação, o barramento dos circuitos de socorro é posto em carga por meio de um contactor, que o liga directamente à bateria, o qual é comandado por um relé. No entanto, quando voluntariamente se abre o interruptor geral de iluminação a acção do relé fica anulada.

A carga da bateria é assegurada por um equipamento constituído por um transformador trifásico, um rectificador de selénio com ligação em ponte e bobinas de carga, montados também no quadro. Um comutador permite a selecção dos serviços de carga e tampão.

### 2. Cabos

Para os circuitos de iluminação, alimentação de sinalização e força motriz foi escolhido o cabo «Protodur» para 1kV, que é formado por matéria plástica à base de cloreto de polivinilo. Foram utilizados cabos de 2, 3 e 4 condutores de diversas secções, consoante as necessidades da instalação e de cor branca e preta de harmonia com as exigências arquitectónicas.



Instalação dos cabos nos túneis

Pelas características apresentadas tornou-se o cabo recomendável. O seu fraco peso e grande maleabilidade permitiram uma rápida e harmoniosa montagem. É insensível à água, mesmo em presença de corrente contínua pelo que pode ser utilizado em locais húmidos. É também insensível à gasolina e óleo, resistente ao ozono, bem como à maior parte dos ácidos e bases e não é combustível.

Todos os cabos são ensaiados individualmente com tensão alterna de 4 kV, segundo as prescrições da VDE 0255. Na prova de rigidez dieléctrica são colocados em água a 60 °C e ensaiados durante 5 minutos com uma tensão alterna de 8 kV e 10 × 24 h com uma tensão contínua de 1,2 kV (pólo negativo ligado ao condutor). Este ensaio dá-nos uma garantia de segurança no funcionamento e de duração, mesmo nas condições mais severas.

Ao traçado dos circuitos presidiu o critério de agrupamento sempre que possível, pois adoptou-se a instalação dos cabos em esteira. Este

processo não só permitiu uma rapidez de montagem, como para ampliações ou alterações futuras é de uma simplicidade inigualável. Para tanto, foram utilizadas calhas de diversos comprimentos, de acordo com o número de cabos a instalar e reservas previstas, e fixadas por meio de pernes ou cavilhas roscadas de aço cadmiado. O suporte dos cabos foi feito com braçadeiras especiais para este fim. A fixação das cavilhas foi executada por meio de pistolas apropriadas, utilizando cápsulas-fulminantes com um poder de penetração variável com a dureza do cimento.

No traçado até 3 cabos e onde não foi prevista a necessidade de reservas instalaram-se apenas braçadeiras simples, duplas ou triplas, igualmente fixadas pelo mesmo tipo de pernes. Estes também serviram para a fixação das armaduras e outro material de instalação.

Quando, pela irregularidade do cimento, falhava a penetração da cavilha, recorria-se ao sistema clássico de abertura de um orifício, aplicando, então, uma buxa ou taco de chumbo, que garante uma sólida e inalterável fixação.

Ao longo do túnel foi escolhido o lado ascendente da galeria à cota de 1,65 m a partir do nível da via até à parte superior, condicionada pelo traçado dos fios telefônicos nus e cabos de alta tensão. No cais o traçado seguiu pela sua parte inferior, com exceção dos cais maciços, onde foi feito lateralmente. Também na galeria, e destinado à alimentação da sua iluminação, foi lançado um cabo ao longo do fecho da abóbada. Apenas nos acessos e átrio se preferiu a instalação embebida.

Os circuitos das lâmpadas de iluminação geral e permanente são comandados do quadro de comando. Nos circuitos locais e de serviço intermitente, como dependências de serviço, instalaram-se interruptores de comando local.

Foram também instaladas tomadas monofásicas ligadas aos circuitos de iluminação e tomadas trifásicas para aparelhos móveis de força motriz, bem como circuitos para ligação de máquinas automáticas a instalar posteriormente, alimentados pelos circuitos de força motriz. Ao longo de todo o túnel foi ainda lançado um cabo para alimentação dos interruptores de disparo da corrente de alimentação do terceiro carril. Este cabo serve todos os interruptores montados junto de cada nicho na galeria e os instalados nos gabinetes dos chefes de estação. Para isso, como os nichos se encontram em ambos os lados das galerias, houve que de 40 m em 40 m, passar um cabo de travessia através da abóbada para o lado da via descendente.



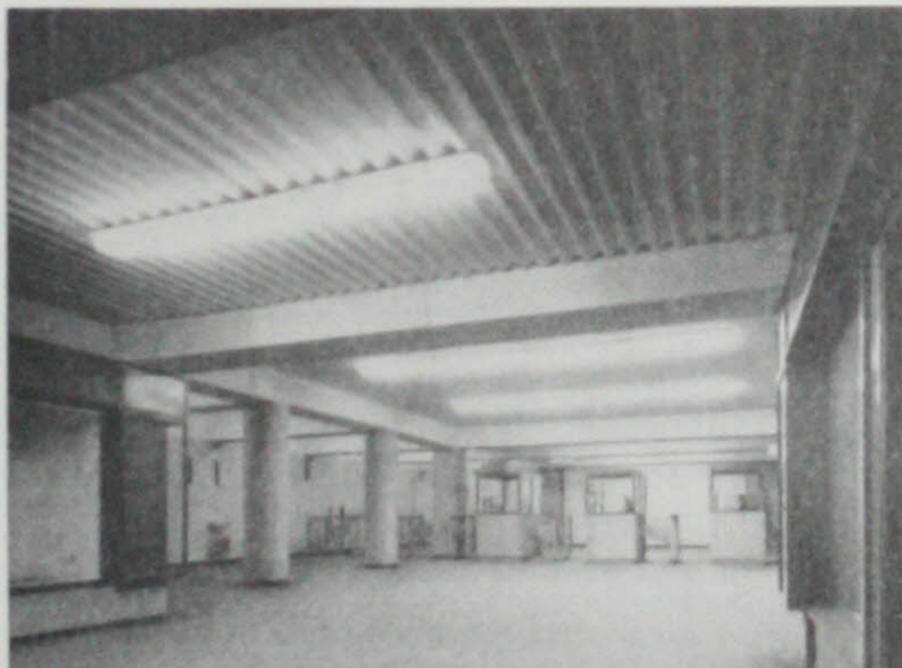
Iluminação da Estação Avenida

### 3. Iluminação

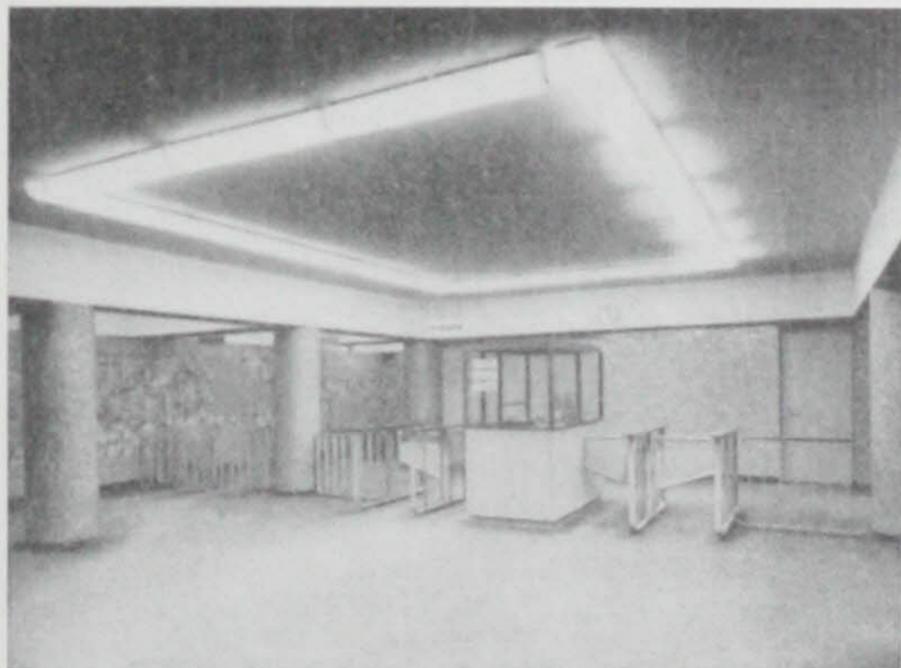
Todas as galerias são iluminadas, incluindo o desvio para as oficinas. Para tanto foram instaladas armaduras com lâmpadas incandescentes de 40 W e dispostas de 20 em 20 m, correspondendo a sua colocação à situação dos refúgios. Esta instalação foi a primeira a ser estabelecida a fim de servir de iluminação geral aos trabalhos a realizar no túnel.

Nas dependências de serviço intermitente foram também instaladas armaduras de lâmpadas incandescentes. Nos acessos, nos átrios, nos cais e nas dependências de serviço permanente instalaram-se armaduras fluorescentes, do tipo compensado e estanques. Dum modo geral a sua alimentação é feita por cabo a 4 condutores e conectadas sucessivamente a cada uma das fases a fim de obter uma compensação do efeito estroboscópico.

Nos cais das estações de maior pé direito a montagem das armaduras fez-se em fiada contínua, uma sobre cada cais. Nas restantes, o intervalo entre duas armaduras corresponde exactamente ao comprimento necessário para outra armadura de idêntico tipo. O nível luminoso varia entre 40 lux e 60 lux. Nos vários átrios a intensidade média de iluminação oscila por 80 lux. No estudo efectuado procurou-se que o nível luminoso desde os acessos até ao cais variasse dum modo uniforme. A fim de obter melhor efeito arquitectónico as armaduras



Iluminação do «Hall» da entrada. Estação Restauradores



Iluminação do «Hall» de entrada. Estação Avenida

dos átrios são equipadas com duas lâmpadas fluorescentes e com várias combinações de grupos, enquanto no acesso e cais são de uma lâmpada.

A iluminação de socorro das estações apresenta um nível luminoso mínimo e destina-se unicamente a evitar o pânico no caso de falta geral de corrente. A alimentação das armaduras, colocadas nas zonas percorridas pelos passageiros, é proveniente de baterias, a 48 V, colocadas em cada estação.

As armaduras dos acessos e cais são inteiramente de matéria plástica, muito resistente contra agentes agressivos da atmosfera e de um peso reduzido. O difusor em «plexiglas» apoia-se sobre uma junta de borracha, garantindo-se a estanquidade mesmo contra jactos de água. A sua fixação fez-se directamente ao tecto.

As armaduras dos átrios são igualmente de matéria plástica, mas a sua base é de chapa metálica pintada com tinta sintética tratada por raios infravermelhos, e resistente aos choques, também fixadas directamente ao tecto. Os difusores são tratados segundo processo especial por forma que eliminem o depósito de poeiras.

As armaduras para lâmpadas incandescentes com excepção das da galeria e subestação de tracção, são de porcelana e vidro opalino e igualmente estanques.

### III — Carruagens automotoras

#### 1. Generalidades

Todas as carruagens em circulação são equipadas para trabalhar como automotoras. Cada automotora está apetrechada com idêntico equipamento eléctrico e pneumático de molde a permitir o seu acoplamento com qualquer das outras. Cada grupo de duas carruagens aco-



Comboio numa estação

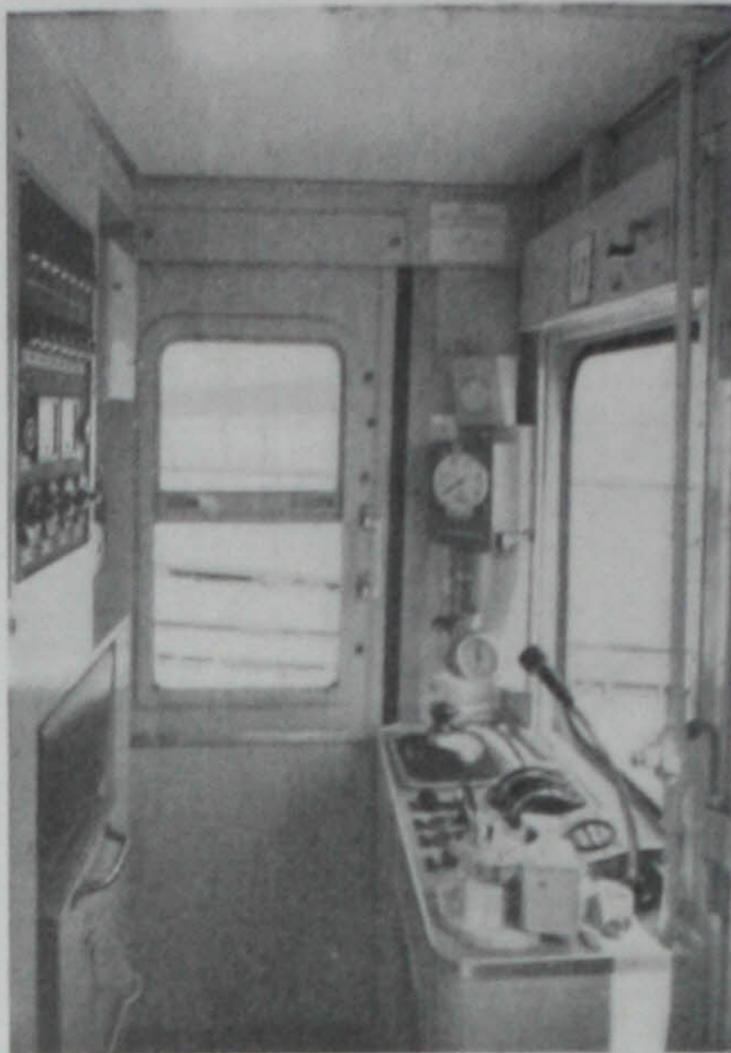
pladas constitui a mais pequena composição. O equipamento eléctrico está desenhado para uma tensão nominal de 750 V corrente contínua, exceptuando as instalações dos serviços auxiliares, para os quais se adoptou a tensão de 110 V. Obedece às prescrições da VDE e está, por conseguinte, calculado de molde a assegurar um funcionamento irrepreensível para flutuações de + 20% a - 30% da tensão nominal. A alimentação é feita por terceiro carril e o retorno da corrente pelos dois carris de rolamento de cada via.

#### 2. Motores e circuitos de tracção

Cada automotora está equipada com 4 motores de corrente contínua, autoventilados, compensados, com excitação em série e suspensão pelo nariz, com uma potência uni-horária de 90 kW por motor, a 750/2 V, e 1170 rot/min.

O número de rotações máximo admissível para os motores, corresponde a uma velocidade máxima aproximada de 100 km/h. Porém, em serviço normal a velocidade máxima é de 60 km/h.

Os enrolamentos, compreendendo os pólos principais e pólos de comutação, apresentam um isolamento ao calor segundo a classe B das normas VDE 0535. O colectador é composto por segmentos de cobre



Cabine do condutor da carruagem, automotora

duro, com isolamento por mica, podendo o seu diâmetro, pelo uso, ser reduzido de 10 mm.

Os motores são colocados no bogie sobre o eixo motor por meio de chumaceiras lisas bipartidas. O movimento é transmitido por uma engrenagem, com dentes em forma helicoidal, que asseguram uma marcha silenciosa.

A protecção dos motores é assegurada por um disjuntor equipado com dois relés electromagnéticos. Porém, a sua ligação e desligação ao circuito é feita por meio de contactores. Do mesmo modo se faz o agrupamento dos motores por contactores, por acção electromagnética. Estes contactores são bipolares, com o que se consegue uma dupla interrupção do circuito.

O arranque dos motores faz-se por meio de resistências em série, sendo os grupos motores, como é hábito, primeiramente ligados em série e a seguir em paralelo. A transição de «série» para «paralelo» é feita por uma ligação em ponte. De acordo com esta ligação as resistências de arranque estão divididas em dois grupos. Sob o controle de um relé de corrente, as resistências, durante o arranque, são postas em curto-circuito, escalão por escalão, através de um mecanismo de cames (graduador), comandado por um motor.

Para inverter o sentido de marcha faz-se a comutação dos campos dos motores de tracção por meio de um inversor, sendo então os circuitos percorridos por corrente em sentido oposto.

#### 3. Comando

As composições são dotadas com um sistema de comando múltiplo e automático das ligações. Este sistema múltiplo faculta o comando da composição da cabina da automotora-piloto.

Utiliza-se para o comando a corrente contínua a 110 V, produzida por um grupo conversor, com bateria, instalado em cada uma das automotoras. Entre as carruagens da composição apenas são estabelecidas ligações dos condutores de comando que são alimentados da automotora-piloto.

No combinador o tambor de direcção apresenta uma posição zero, uma posição de preparação, uma posição de marcha atrás R, uma posição de marcha à frente A1 e uma posição de marcha à frente A2. Estas últimas duas posições diferenciam-se pelos valores do ajuste do relé de corrente. Deste modo pode-se optar entre duas acelerações e ajustar assim o arranque às condições reais, isto é, conseguir uma aceleração de arranque em patamar de aprox. 0,9 m/s<sup>2</sup> para a com-

posição vazia ou com fraca lotação (Pos. A1) e para a composição com plena carga (Pos. A2). O manipulador de comando permite o comando dos seguintes escalões:

- T3 — plena força de travagem (plena lotação)
- T2 — plena força de travagem (carruagem vazia)
- T1 — meia força de travagem
- D — destravagem dos freios eléctricos
- O — posição zero
- M — manobra
- S — série (grupos motores em série)
- P — paralelo (grupos motores em paralelo)
- CR — campo reduzido

Depois de ter, primeiramente, colocado o manipulador de direcção, do combinador da automotora-piloto, na posição desejada, comanda-se com o manipulador de comando um dos escalões acima indicados. A operação de ligação é controlada por um relé de corrente que só torna livre o escalão seguinte quando a corrente do motor tiver atingido a intensidade fixada para a ligação progressiva. Enquanto a corrente no motor for de intensidade inferior obter-se-á uma regulação temporizada ao fazer-se a ligação, devida à deslocação com velocidade constante do graduador.

O combinador está ainda apetrechado com um dispositivo de «homem morto», que desfaz a ligação de marcha quando o condutor soltar o respectivo manipulador, seguindo-se, passados alguns segundos, a travagem pneumática, através da válvula de segurança do condutor. Se se premir novamente o manipulador de comando durante o período de temporização da válvula a travagem pneumática não chega a actuar. Para estabelecer mais uma vez a ligação de marcha, quando se verificar a travagem, tem que se recolocar o respectivo manipulador na posição zero. É este um dispositivo de segurança, que funcionará em caso de acidente do condutor. Além deste, cada automotora possui um sistema de travagem automática, que põe em funcionamento os freios pneumáticos e electromagnéticos sempre que seja ultrapassado o sinal de paragem instalado ao longo da galeria. O mesmo efeito se consegue logo que qualquer passageiro manobre um dos manipuladores do sinal de alarme.

Nas condições normais de funcionamento utiliza-se a travagem reostática e pneumática, empregando-se os processos electromagnético e pneumático para as travagens de emergência.

Na travagem reostática os motores de tracção são desligados da rede, aproveitando-se a sua energia cinética para os fazer funcionar como geradores de excitação independente, sendo os campos dos quatro motores de cada carruagem alimentados em série, a 110 V, pelo gerador do grupo conversor. Cada grupo de dois induzidos é ligado a uma resistência de travagem, que é uma parte da resistência de arranque. Como se referiu, há três escalões de travagem, dois dos quais permitem uma adaptação às condições reais de carga das carruagens. A regulação para cada um dos escalões é efectuada por meio de um reostato de travagem no circuito de excitação.

Na travagem electromagnética a excitação dos quatro electro ímãs de cada uma das automotoras é feita com corrente contínua obtida da instalação de baixa tensão. Embora a desaceleração obtida pela aplicação simultânea das travagens pneumática e electromagnética seja elevada, o dispositivo de contacto directo ao carril evita a patinagem.

#### 4. Serviços auxiliares

A corrente eléctrica necessária para o comando e a iluminação é produzida, em cada uma das automotoras, por um grupo conversor de corrente contínua de 750/110 V. Uma bateria de 48 elementos instalada também em cada automotora entra em serviço sempre que falta a tensão no terceiro carril. O gerador do conversor é simultaneamente utilizado para a excitação independente dos campos dos motores de tracção quando da travagem reostática, como se disse.

O motor do conversor é arrancado por meio de um contactor que através do combinador é ligado na posição de preparação. Como protecção contra as elevadas pontas de tensão que ocorrem ao desligar os motores de tracção e para limitar os choques de corrente resultantes do fecho dos circuitos principais, está instalada no circuito do induzido daquele motor, além duma resistência de protecção, uma resistência amortecedora que ficará em «by-pass» logo que se ligar a travagem reostática. Assim evita-se uma diminuição do número de rotações que seria originada pela elevada intensidade da corrente quando da travagem.

A regulação da tensão no gerador é efectuada por um regulador automático com bobinas oscilantes, de modo que a tensão do gerador manter-se-á constante sob as flutuações de tensão na linha ou da carga, de que resultam variações no número de rotações.

Entre o gerador e a bateria, que funciona em tampão com aquele, está ligado um interruptor de carga, que no caso de uma prolongada

interrupção de corrente ao motor do conversor, desliga a bateria do gerador e com isto impede um retorno da alimentação.

#### 5. Instalação para o comando das portas

A operação de abrir e fechar as portas corredeiras de toda a composição é feita por ar comprimido, com válvulas comandadas electro-pneumáticamente. O comando é dado da cabina da cauda da composição, na qual se encontra um operador que acciona as respectivas botoneiras. A fim de permitir que só abram as portas do lado do cais, cada carruagem está prevista com um contactor para o lado esquerdo e outro para o lado direito, comandando separadamente as válvulas das portas de cada lado. A operação de fechar é igualmente feita por um contactor que inverte o sentido de actuação das referidas válvulas que se encontram na posição «aberta».

Para dar conhecimento ao pessoal da composição que no momento da partida todas as portas estão fechadas, possui cada uma destas um interruptor de fim de curso, acendendo-se uma lâmpada de sinalização nas cabinas quando todas as portas estiverem fechadas. Há ainda uma campainha e uma botoneira de accionamento em cada uma das cabinas. Pode, assim, o factor do comboio dar ao condutor um sinal acústico para a partida. Este sinal não pode ser dado enquanto as portas estiverem abertas.

#### 6. Iluminação

O compartimento para passageiros, em cada automotora, é iluminado por 18 armaduras de tecto, sendo cada uma equipada com uma lâmpada fluorescente de 20 W, com o que se obtém uma intensidade média de iluminação de aproximadamente 150 lux a 1 m acima do piso. As armaduras estão distribuídas em dois circuitos, protegidos por disjuntores. A manobra de ligação e desligação é feita de qualquer das cabinas para toda a composição por meio de um interruptor de comando, que faz funcionar os contactores de iluminação. Num dos circuitos está instalado outro contactor auxiliar, que é comandado pelo gerador, o qual abre sempre que o conversor não trabalhar. Assim fica desligada metade das armaduras, alternadamente, aliviando-se a carga da bateria, que automaticamente entra em serviço quando falta a tensão do gerador.

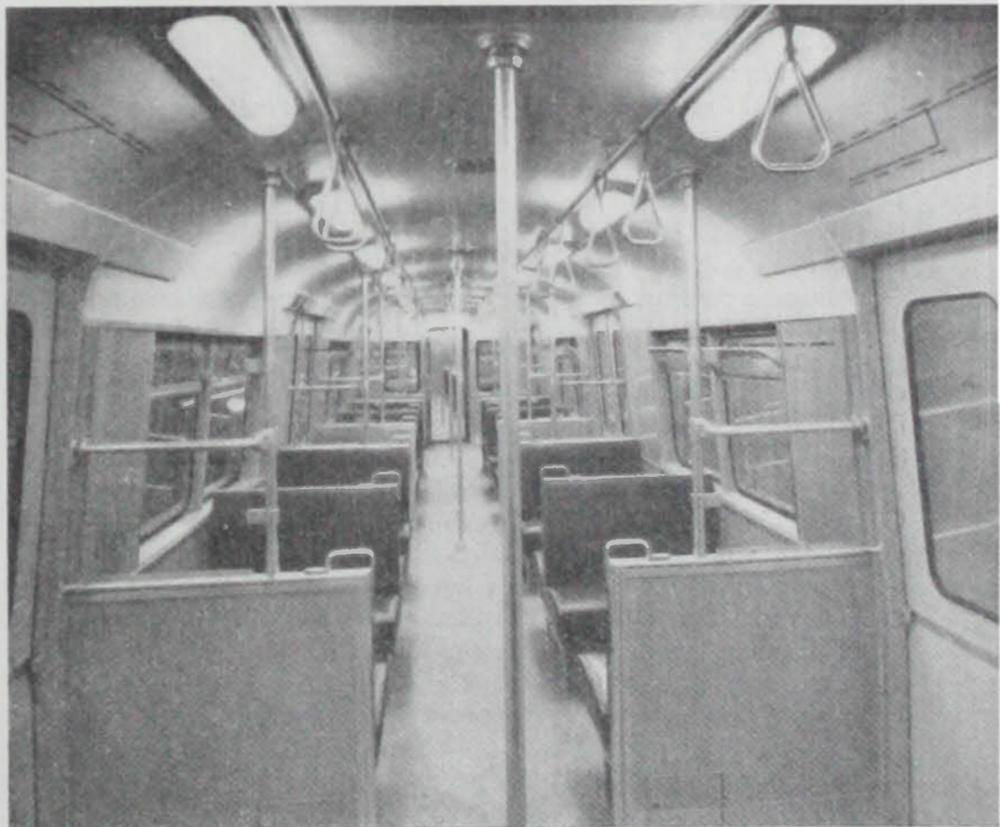
A cabina pode ser iluminada, quando necessário, por uma armadura de tecto, com lâmpada incandescente.

O brilho na iluminação dos instrumentos, como voltímetro e amperímetro para a corrente de linha, manómetros, e taquímetro, pode ser ajustado às necessidades por meio dum potenciómetro com interruptor.

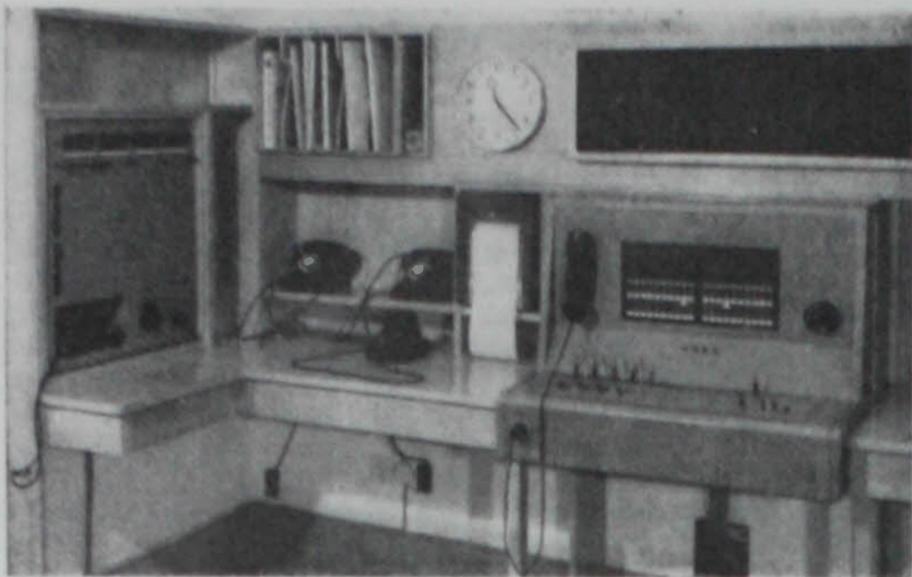
#### 7. Sinalização acústica

Em cada uma das carruagens está instalado um sistema de altifalantes que realizam as operações:

- a) Avisos de serviço de uma cabina a todas as outras da composição, em comunicação intermitente.
- b) Avisos de uma cabina a todos os compartimentos de passageiros da composição.



Interior de uma carruagem automotora



Central de movimento com indicadores especial e de traçado aéreo e relógio secundário

No compartimento dos passageiros fica excluída a recepção dos avisos entre cabinas, por serem os altifalantes ligados por um comutador. Durante o aviso entre cabinas acende-se uma lâmpada «impedido» em cada uma das cabinas, indicando que se está a falar e que a actuação do comutador de ligação do circuito está impedida. Quando duma cabina se comunica com os compartimentos dos passageiros, igualmente se acendem as lâmpadas «impedido» em todas as cabinas, indicando que a actuação dos outros comutadores não pode ser empreendida.

#### IV — Telecomunicações

A rede de telecomunicações do «Metropolitano» é constituída pelos traçados de cabos e pelas instalações centrais telefónicas.

Como os cabos estão montados ao longo das galerias e, portanto, são influenciados pelas correntes vagabundas e de retorno da tracção eléctrica, foram fixados com braçadeiras isolantes, tendo-se ainda escolhido um tipo especial com manto plástico por cima da armadura normal. Assim evitam-se ligações à terra do manto metálico e as corrosões provocadas pelas correntes vagabundas. Sempre que os cabos entram em caixas terminais de distribuição, que são do tipo púlpito e completamente estanques, foi montada uma junta isolante, mantendo-se a instalação dos cabos armados principais isolada da terra.

Porém, para ficarem livres de eventuais potenciais, os mantos de chumbo e as armaduras dos três cabos principais foram ligados à terra só nas estações terminais, ou seja nos Restauradores, Sete Rios e Entre-Campos, ficando interligados mas isolados na Subestação Principal.

Esta forma de montagem assegura uma longa duração dos cabos e uma protecção eficaz.

Existe ainda ao longo de todas as galerias, de ambos os lados, um traçado aéreo, que permite a comunicação com a central do Movimento quando porventura uma composição fique retida na linha. Para impedir indução, estas linhas aéreas, que estão montadas sobre isoladores, foram cruzadas de 100 m em 100 m, estando nos terminos fechadas através de bobinas toroidais. Desta forma evita-se a entrada de tensões perigosas nos órgãos ligados às linhas.

Também nas carruagens existem idênticas bobinas toroidais para garantir ao pessoal que utiliza os respectivos telefones a máxima segurança.

Para o serviço de todos os departamentos do «Metropolitano» foi instalada uma central telefónica automática de 100 ligações com 14% de possibilidade de comunicações simultâneas. Esta central já foi ampliada para 200 ligações e encontra-se instalada na Subestação Principal, estando assim localizada sensivelmente no centro de gravidade da rede. Trata-se de uma central telefónica automática de presseletores/selectores de linha que terá na ampliação selectores de grupo e que pela rapidez das ligações assegura um rápido escoamento das chamadas existentes. Tem possibilidade de imiscuição (prioridade), facilidade esta que naturalmente só se dá a serviços importantes como a Sala de Comando de Energia e a Subestação de Tracção. Os telefones são do modelo mais moderno, geralmente do tipo de mesa.

Como os chefes das estações e os expedidores, devido às suas funções, devem ter a possibilidade de imediatas ligações entre si e a Central do Movimento (onde se realiza o controle da exploração), e como não convinha dar-se-lhes a prioridade absoluta, por influenciar todos os telefones existentes, foi montado um indicador especial através do qual os telefones automáticos estão ligados à respectiva central telefónica. Este dispositivo encontra-se na Central de Movimento, sendo de serviço permanente. Qualquer ligação automática normal é nele sinalizada por lâmpadas, podendo o operador, por intermédio de órgão simples, entrar numa conversa ou interrompê-la.

Vista da central telefónica automática ►

Em serviço urgente podem os chefes das estações, pela simples pressão de um botão existente nos seus telefones, ligar imediatamente ao indicador, fazendo-se por este a ligação a outros serviços mesmo se os respectivos telefones estiverem ocupados com outras conversas. Deste sistema de comunicações resulta uma maior rapidez e um controle absoluto.

Os traçados aéreos, em fios nus, estão ligados a outro indicador, através do qual se pode atender qualquer chamada proveniente de uma carruagem parada em qualquer ponto da via. Este indicador é igualmente de serviço permanente.

Para facilitar quaisquer trabalhos de manutenção na via existem ainda, ligadas à rede automática, linhas telefónicas colectivas que, estendendo-se em cabo ao longo da galeria, têm tomadas blindadas em partes consideradas convenientes.

Por meio de telefones portáteis, que tanto servem para serviço automático como para serviço manual, pode o pessoal, enfiando a ficha do cordão de ligação destes telefones portáteis na respectiva tomada, obter uma ligação a qualquer telefone da rede automática, ou, ainda por meio de hastes isoladas, fazer ligação à linha aérea para obter comunicação com o indicador da Central do Movimento.

Toda a Central telefónica automática e também o indicador especial a ela ligado, são alimentados através de uma bateria de acumuladores de 24 V, 144 Ah, funcionando em tampão sobre um rectificador automaticamente regulado. Assim a bateria mantém-se sempre carregada, fornecendo o rectificador automático a carga de manutenção. À chegada à central telefónica foram os cabos telefónicos principais subdivididos em cabos de 25 pares que terminam sobre régua de soldar, de alta resistência de isolamento, instalados no repartidor principal. Os cabos múltiplos vindos da própria central automática terminam em régua de separação podendo-se, por meio de fichas especiais, interromper qualquer ligação em más condições, limitando assim as eventuais avarias da rede propriamente dita.

Existe ainda um pequeno armário de ensaios através do qual, por meio de um cabo com ficha especial que se liga nas régua de separação e permite isolar a rede exterior da central, se podem medir valores óhmicos de isolamento entre fios e entre estes e a terra, etc.

Entre as régua de soldar e as régua de separação, a interligação é feita por fios entrançados em pares, podendo-se facilmente mudar ligações, em que haja necessidade de alterar a cablagem, dos cabos múltiplos.

Na fotografia vê-se o repartidor principal, a central telefónica automática, o sistema de montagem dos bastidores em fila a permitir uma ampliação fácil e as calhas suportes dos cabos.

#### Rede de relógios eléctricos

Para um serviço de transportes público, da importância do «Metropolitano», é indispensável uma rede de relógios eléctricos de alta precisão. Um único relógio principal, que emite impulsos polarizados de minutos e segundos, alimenta o sistema horário instalado em toda a rede do «Metropolitano». Previram-se pares adequados nos cabos telefónicos principais, utilizou-se tensão de alimentação dos relógios de 60 V c. c., com bateria e rectificador automático, e resultou uma rede de relógios eléctricos com cerca de 7 km de comprimento. Está prevista a ampliação desta rede nos futuros escalões.

Na fotografia da central telefónica vê-se ao fundo o relógio principal. No total a rede de relógios tem 70 unidades.

