



Catálogo geral aparelhos Metrohm



O NOSSO PROGRAMA DE FABRICAÇÃO ABRANGE:

Aparelhos para o laboratório analítico:

página:

Analizador automático	2
Trocador de amostras	2
pH-Metros	3 e 4
Buretas de pistão, Grupos de titulação	5 e 6
Tituladores automáticos	7 e 8
Aparelhos 'Karl Fischer'	8
Condutômetros	9
Espectro-Colorímetro	9
Polarizador	9
Registrador de laboratório, Impressor	10
Coulômetro	10
Presseteletor 'Dosifix'	10
Aparelhos de polarografia	11
Agitadores	11
Eletrodos e acessórios	12

Aparelhos para uso nas indústrias:

Amplificadores de pH/mV	13
Condutômetros	13
Controlador eletrônico proporcional	13
Servo-Indicadores	13
Servo-Registradores	13
Eletrodos, armações, células de medição	14
Multi-Titulador automático	14

Organização e serviço técnico Metrohm no Brasil:

micronal

01000 São Paulo SP
20000 Rio de Janeiro RJ
30000 Belo Horizonte MG

Micronal SA. Aparelhos de Precisão

João Rodrigues Machado 25 CP 22507 Fone 241 3011
Marechal Foch, 211 ZC24 Fone 280 4286
Lindolfo de Azevedo 1671 CP 199 Fone 332 5994

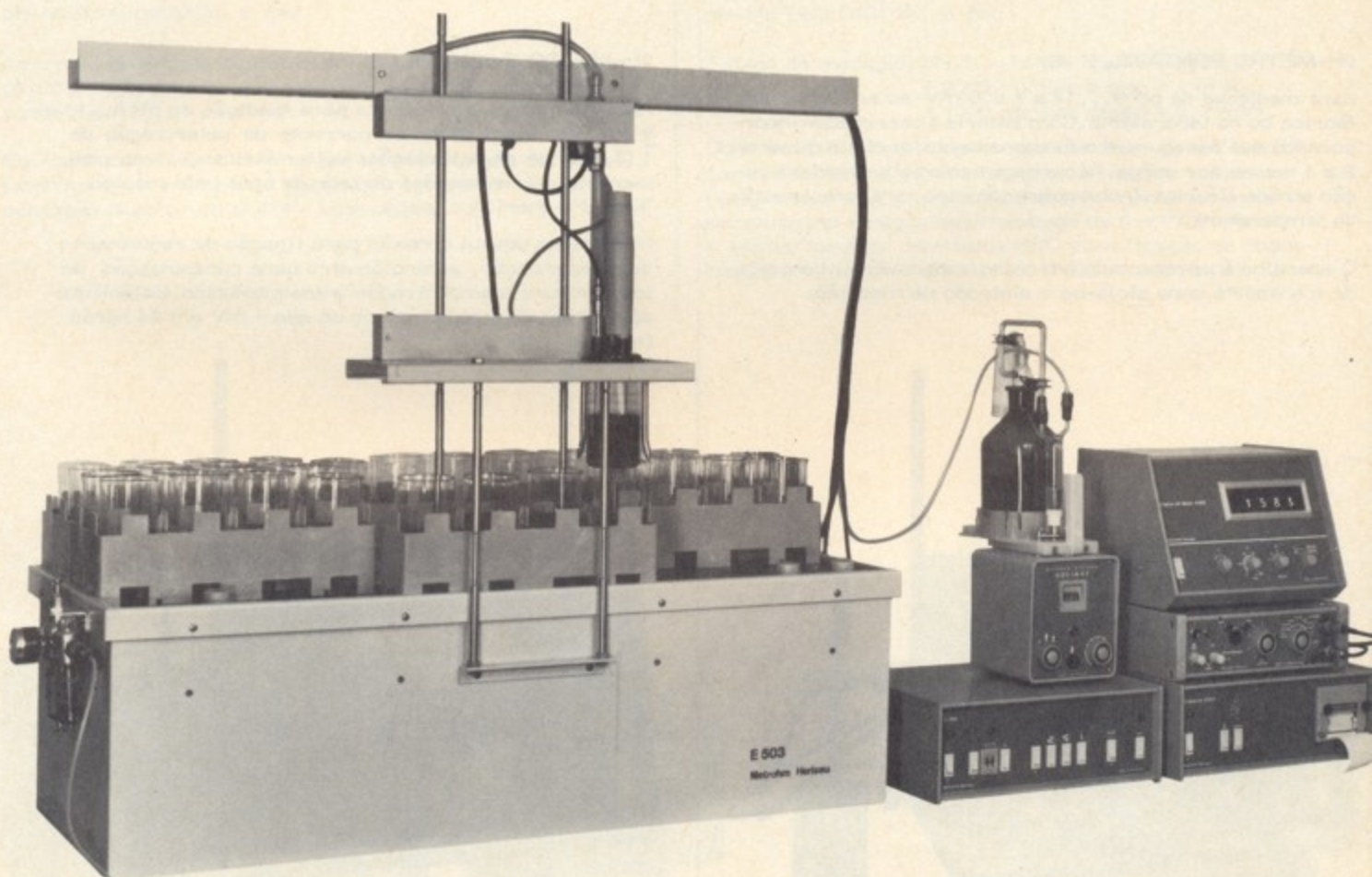
ANALISADOR AUTOMÁTICO E 553

Aparelho para a execução de análises em grandes séries, como são necessárias na indústria química e farmacêutica, química alimentícia, química agrária e em análises de água e águas residuárias.

O Analisador automático METROHM é construído segundo o sistema modular e compreende várias unidades: de medição, de transporte e outras unidades auxiliares; cada uma com função específica e permitindo as mais diferentes combinações.

Conforme as necessidades agregam-se ao conjunto básico outras unidades como:

- Titulador E 526 e Impressor E 533 (vide também pág. 7 e 10): para titulações ao ponto final predefinido. Emprega-se este método, quando o potencial do ponto final do sistema químico e do eletrodo apresenta - se estável. Método usado frequentemente, devido a fácil avaliação dos resultados.
- Potenciômetro E 536 (vide página 7): registra a curva completa e permite a avaliação gráfica dos resultados. Empregado quando a própria curva transmite resultados mais exatos do que a titulação ao ponto final (potencial do ponto final instável).
- Titroprint E 475 (vide página 8): para o registro digital de curvas de titulação. Requer avaliação matemática dos resultados que são transmissíveis a sistemas de processamento de dados.



TROCADOR DE AMOSTRAS E 503

Com programador eletrônico para dirigir as amostras aos diferentes estágios de trabalho, segundo programa predeterminado.

Carrega um total de 44 amostras, agrupadas em 11 porta-amostras. O transporte efetua-se por sistema de ar comprimido.

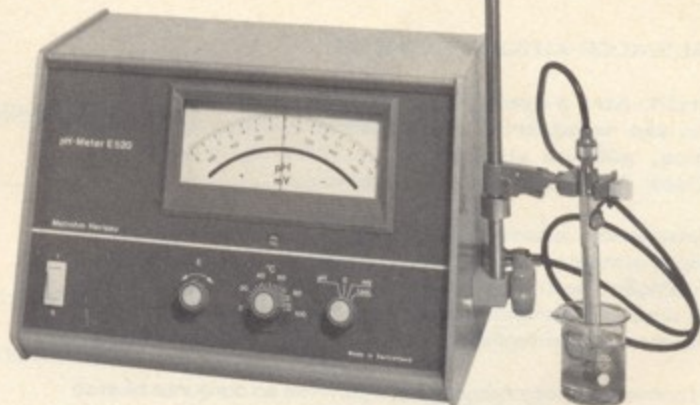
Assim que cada amostra se apresentar em determinado lugar de trabalho, outras unidades (de medição e funções auxiliares), encarregam-se das demais operações, até a conclusão do ciclo programado.



pH-METRO PORTÁTIL E 488

para medições de pH 0...14 e ± 500 mV ao ar livre, na fábrica ou no laboratório. Com bateria e carregador incorporados que asseguram o funcionamento perfeito durante 2 a 4 meses por carga. Recarregamento pela simples ligação a rede elétrica. Inclui potenciômetro para compensação da temperatura.

O aparelho é apresentado em cofre impermeável com alça de transporte onde aloja-se o eletrodo de medição.



pH-METRO E 520

Aparelho simples e robusto para medição de pH 0...14 e ± 700 mV. Com fonte de corrente de polarização de $1 (3, 10) \mu\text{A}$ para titulações voltamétricas, como por exemplo determinações do teor de água pelo método 'Karl Fischer'.

O aparelho possui conexão para ligação de registrador de compensação, potenciômetro para compensação da temperatura e amplificador transistorizado. Estabilidade através do tempo melhor do que 1 mV em 24 horas (não acumulativo).



pH-METRO E 512

Aparelho Universal para trabalhos analíticos que exijam precisão de pH 0,01 respectivamente 2 mV na faixa fina. Faixa de medição grossa para pH 0...14 e ± 700 mV. Equipado com potenciômetro para compensação da temperatura e amplificador transistorizado. Estabilidade através do tempo melhor do que 1 mV por mes.

Aparelho básico para formação de Combi-Tituladores (registro de todo tipo de curvas de titulação ou titulações ao ponto final preselectedo e trabalhos de pH-stato). Inclui conexão para ligação de registrador de compensação, por exemplo Labôgrafo E 478 (vide página 10).



pH-METRO/TITRISCÓPIO E 516

Aparelho de características especiais, recomendado para titulações manuais e medições de pH. Faixas de medição de pH 0...8, pH 6...14, ± 1000 mV, ± 200 mV. Degraus de compensação aferidos de 10×200 mV. Escala com divisões de pH 0,05 e 2 mV (10 mV). O aparelho tem fonte de corrente de polarização incorporada de $1 (3, 10) \mu\text{A}$, conexão para ligação de registrador de compensação, potenciômetro para compensação da temperatura e amplificador transistorizado.



pH-METRO DIGITAL E 532

Aparelho de leitura digital com faixa de medição de pH 00,00 a 14,00; + e - 1999 mV. Um passo digital corresponde a ΔpH 0,01 ou 1 mV.

Equipado com potenciômetro para compensação da temperatura e conexão para ligação de registrador de compensação (Labógrafo E 478 - vide página 10).



pH-METRO DIGITAL E 500

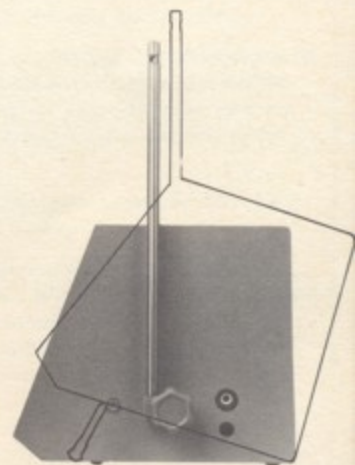
Faixas de medição: pH 0...14 (um dígito = 0,01);
 ± 2000 mV (um dígito = 1 mV);
 ± 1000 mV (um dígito = 0,2 mV).

Com indicador de ultrapassagem na faixa de mV e indicação automática de polarização. Conexões para: ligação de sonda de platina para correção automática da temperatura e registrador análogo de $5 \text{ mV}/\Delta\text{pH} = 1$. A pedido também com saída BCD para ligação de registrador - impressor (Dosiprint E 533 - vide página 10).

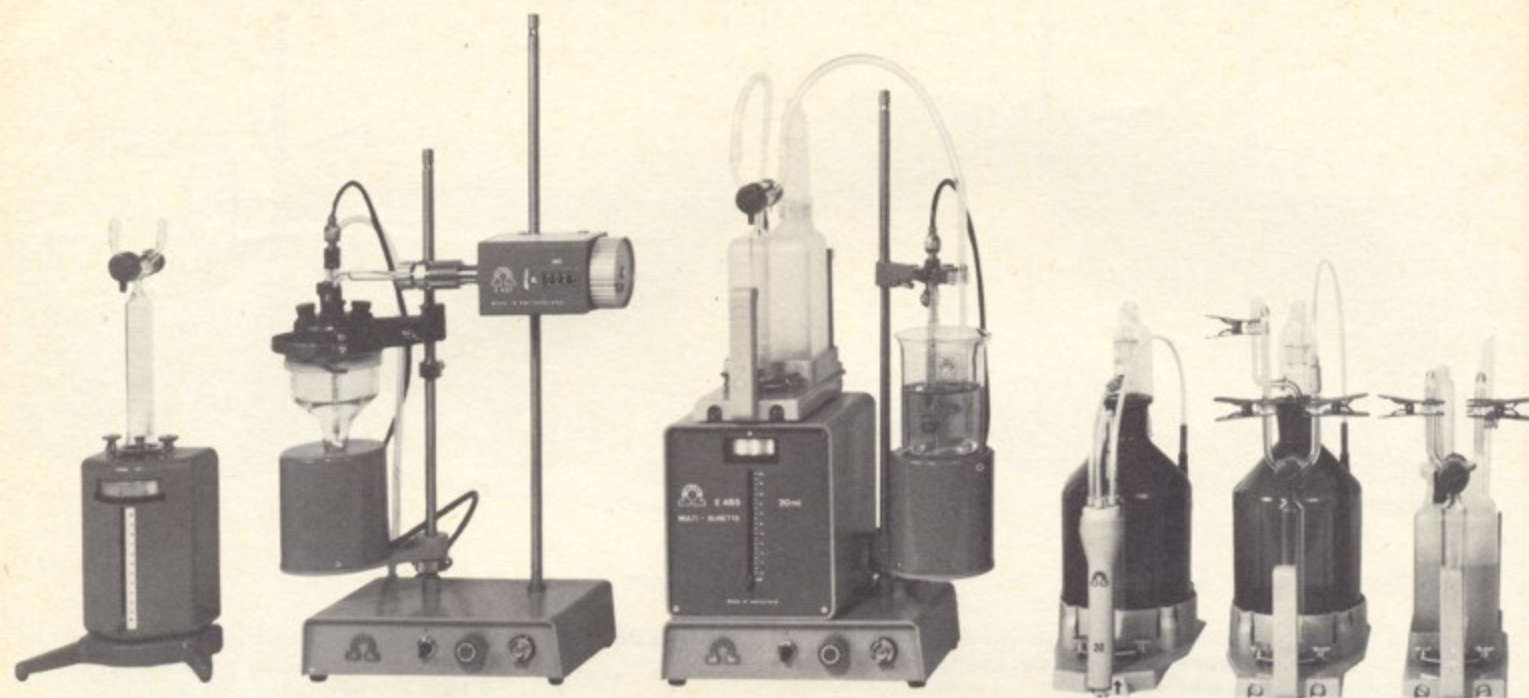


pH-METRO DE PRECISÃO E 510

É o aparelho mais preciso entre os pH-metros de leitura analógica. Faixa de medição fina: ΔpH 1,4 ou 140 mV; degraus de compensação aferidos ΔpH 1 ou 100 mV. Divisão da escala pH 0,01 ou 1 mV. Faixa grossa: pH...14 respectivamente ± 1400 mV. Com faixas adicionais para ânions e cátions, mono ou bivalentes em medições com eletrodos ions-seletivos. Conexões para: correção automática da temperatura; registrador de compensação e Combi-Tituladores (trabalhos muito exatos de pH-stato).



Os pH-metros Metrohm possuem pés frontais que podem ser erguidos. Isto permite colocar os aparelhos no ângulo mais favorável e facilita a leitura dos resultados. A haste do suporte poderá ser regulada e fixada verticalmente em ambas as posições.



**BURETA DE PISTÃO
(MANUAL) E 274**

Acessório indispensável para a dosagem de líquidos.

Com cilindro de vidro e pistão de Teflon intercambiáveis; escala grossa e fina para volumes de 5, 10, 20 ou 50 ml. Uma divisão da escala corresponde a um milésimo do volume total do cilindro.

**GRUPO DE TITULAÇÃO
(MANUAL) E 422 - 0,5**

Compreendendo a base com o agitador magnético basculante, suportes e a micro-bureta E 457 de 0,5 ml.

O mecanismo contador é acoplado ao sistema de acionamento do pistão.

Com cilindro de vidro e pistão de Tântalo intercambiáveis. Disponível também para 5 ml de volume.

**GRUPO DE TITULAÇÃO
(Manual) E 486**

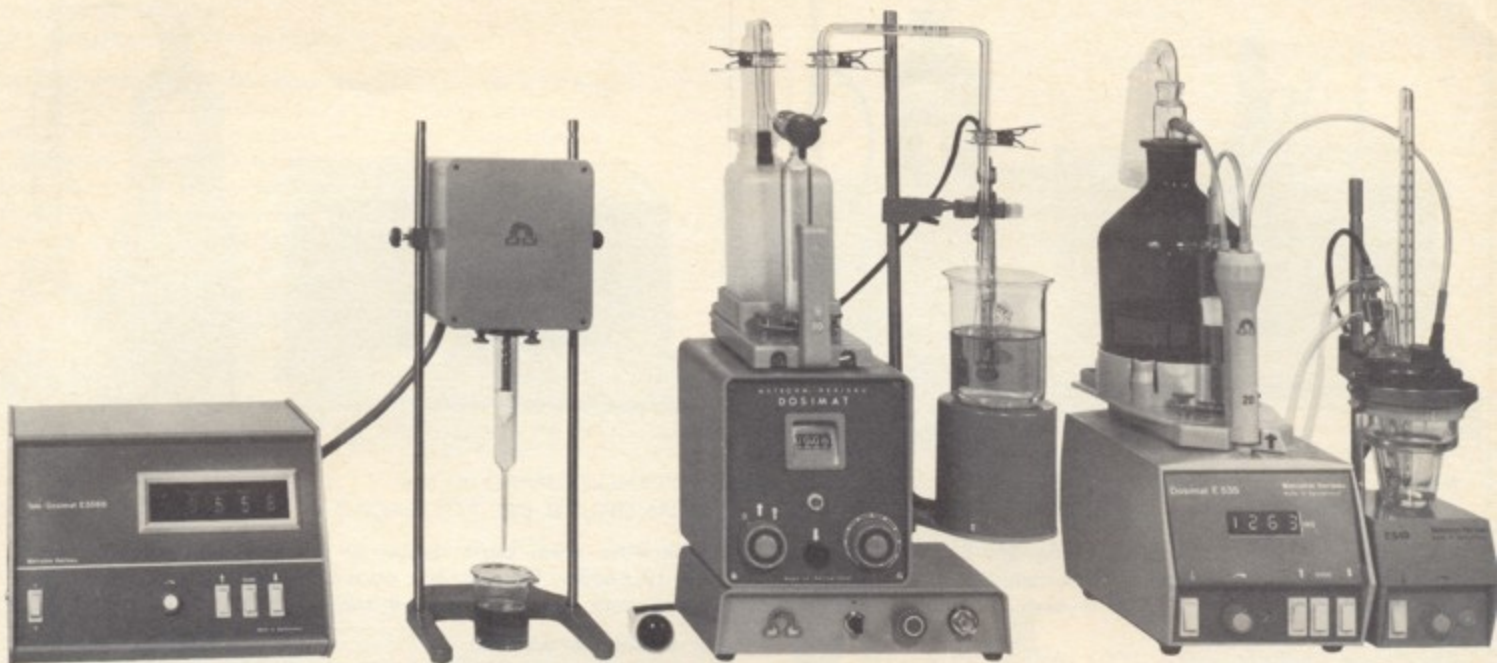
Com base, agitador magnético basculante E 402 e a multi-bureta E 485.

As práticas unidades intercambiáveis permitem a troca instantânea de reagentes.

Para titulações no recipiente aberto ou fechado.

**UNIDADES
INTERCAMBIÁVEIS**

permitem a troca instantânea de reagentes. Existem tres versões: E 552 com torneira incorporada na alça (funcionamento manual ou automático) e conexões de Teflon; E 501 com garrafa de vidro marrom (1 litro) e E 414 com garrafa de plástico (500 ml). O modelo mais funcional é sem dúvida o E 552.



TELE-DOSÍMATO E 558

Especialmente construído para trabalhos em laboratórios de pesquisas radioativas.

A bureta com o mecanismo de dosagem pode, por exemplo ser instalada na célula quente e o comando com a leitura em outro lugar. Ambos são interligados por cabo de conexão de 5 m de comprimento. O comprimento máximo deste cabo poderá ser de até 20 m (fornecemos a pedido).

GRUPO DE TITULAÇÃO (MOTORIZADO) E 424

Quando os trabalhos exigem a constante troca dos reagentes, recomenda-se o grupo de titulação E 424 com o multi-dosímetro E 415 e suas unidades intercambiáveis.

As unidades intercambiáveis são disponíveis em duas versões: E 414 com garrafa de 500 ml e E 501 com garrafa de vidro marrom de um litro.

GRUPO DE TITULAÇÃO MOTORIZADO E 538 com DOSÍMATO E 535

É o equipamento ideal para todo tipo de titulação.

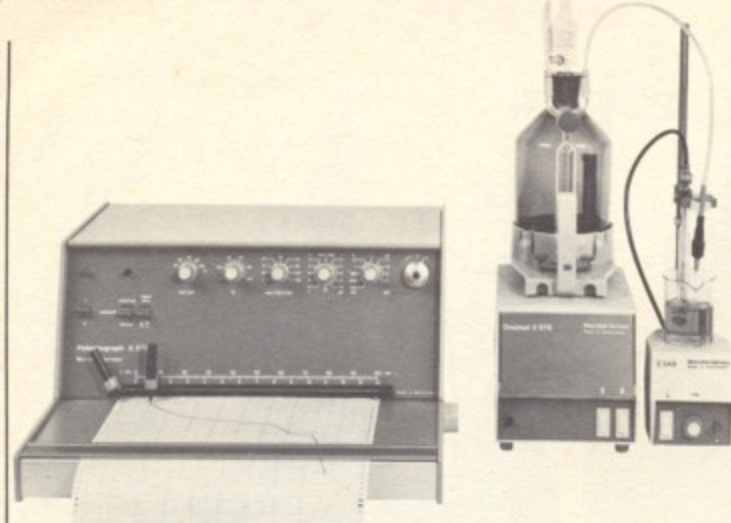
O Dosímetro - devido a racionalização e funcionalidade que proporciona - pertence a nova geração das buretas motorizadas. O volume expulso pela bureta aparece em dígitos grandes e nítidos. Isto facilita enormemente a leitura. Um filtro Polaroid incorporado aumenta o contraste no visor.

Eliminaram-se os coeficientes de cálculo, visto que o sistema magnético de codificação e os seletores, comutam a vírgula em proporção ao volume do cilindro.

A inovação mais importante é a comutação automática da torneira. A bureta somente necessitará dos comandos 'titular' e 'encher' e a torneira se colocará sempre na posição certa; mesmo no ponto zero automático, após o enchimento.

As unidades intercambiáveis somente poderão ser colocadas ou retiradas na posição zero.

Todas as funções podem ser comandadas a distância. Desta forma, o Dosímetro E 535 é o aparelho de dosagem ideal para todas as tarefas automatizadas, como por exemplo em trabalhos com o analisador automático e o trocador de amostras E 503 (vide página 2).

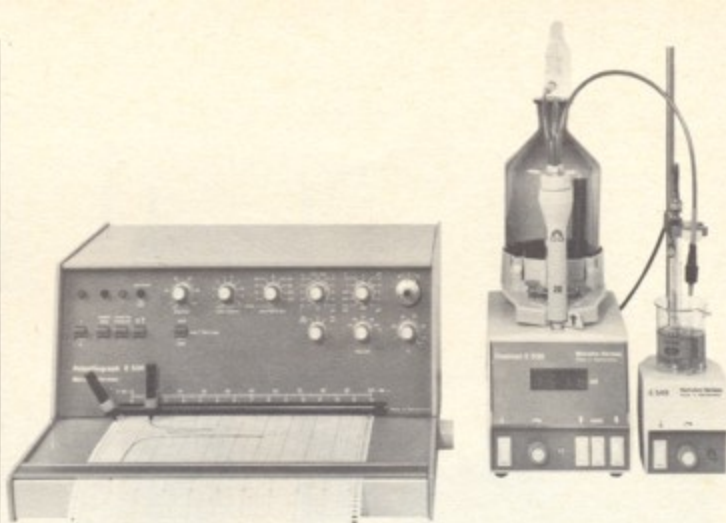


POTENCIÓGRAFO E 576 e
COM GRUPO DE TITULAÇÃO E 578

Variante simplificada do Potenciômetro E 536, sem circuito diferencial e adaptação automática da velocidade. Bureta sem indicação digital e sem comutação automática da torneira.

Faixas de medição 250...2000 mV, Δ pH 2...14.

Largura de registro 250 mm. Percurso regulável entre 5 a 200 minutos para 400 mm de comprimento do diagrama e 1, 5, 10, 20 ou 50 ml de volume.



POTENCIÓGRAFO E 536
COM GRUPO DE TITULAÇÃO E 538/3

Aparelho ideal para registrar automaticamente curvas de titulação. Comparado com o modelo anterior (E436) apresenta as seguintes vantagens:

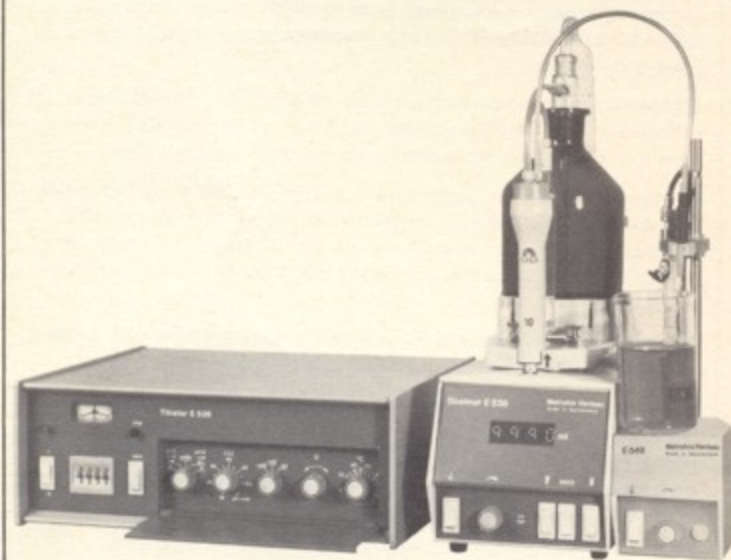
- melhor precisão
- diferenciação dU/dVol (altura do pico independente da velocidade de titulação)
- adaptação automática da velocidade a inclinação da curva
- bureta equipada com torneira de comutação automática e indicação digital do volume.

Faixas de medição 100...2000 mV;

Δ pH 1...14. Largura de registro

250 mm. Percurso regulável entre 5 a 200 minutos para 200 ou 400 mm de comprimento do diagrama e 1, 5, 10, 20 ou 50 ml de volume.

As funções principais podem ser comandadas a distância (conexão ao trocador de amostras E 503).



TITULADOR AO PONTO FINAL E 526 DOSÍMATO E 535

Aparelhos de fácil manejo e alta reprodutibilidade em titulações ao ponto final predefinido. Com seletor numérico 'Multi-switch' para seleção do ponto final.

Somente a tecla 'start' e o comando da bureta serão acionadas pelo operador; o resto é completamente automático. No Dosímetro E 535 alteram-se a velocidade e os impulsos de dosagem automaticamente e de acordo com o decurso da curva, permitindo assim a mais rápida obtenção do resultado.

Existe também versão mais simples para trabalhos em conjunto com o Dosímetro E 415, que entretanto, não tem a regulagem automática da velocidade.



COMBI - TITULADORES

São conjuntos formados por diversas unidades-padrão. O aparelho-base é o pH-metro E 512, completado pelo Impulsômetro E 473 e o Dosímetro E 425. O pH-metro poderá ainda ser substituído pelos modelos E 510 ou E 500.

O registro do consumo de reagente contra o tempo informa sobre o decurso da reação em pesquisas cinéticas, trabalhos de pH-stato ou de regulagem potenciométrica no laboratório.

**TITROPRINT E 475
COM GRUPO DE TITULAÇÃO E 538/4**

Aparelho para titulações potenciométricas de alta precisão. Trabalha automaticamente, quando o decurso das curvas não é regressivo nem saltitante. Proporciona considerável economia de tempo em tarefas de rotina e trabalha digitalmente, imprimindo todos os passos de volume da titulação em função das diferenças de potencial (um dígito corresponde a Δ pH 0,005 ou pH 0,01 respectivamente 0,5 ou 1 mV. O Interface E 570/1 permite o uso do grupo de titulação E 538/4 (com indicação digital do volume e comutação automática da torneira). No lugar do impressor pode ser conectado um Interface E 492, permitindo a transmissão direta dos valores medidos a uma calculadora programada ou outros sistemas para processamento off-line.



APARELHOS DEAD-STOP E 551 A

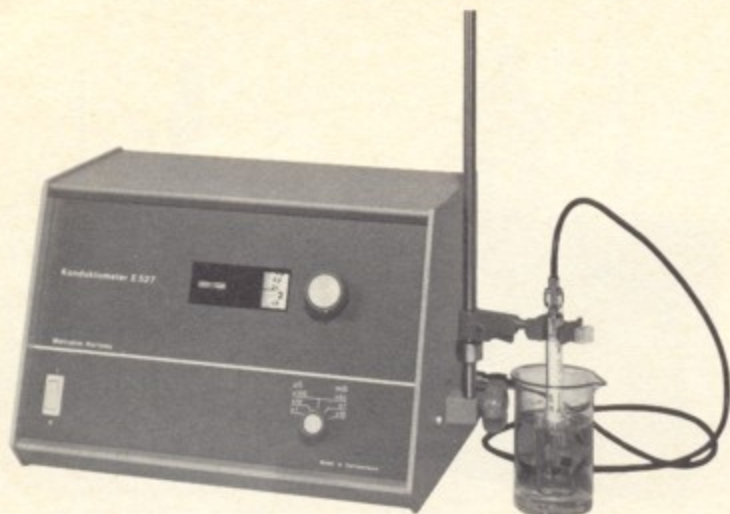
Para determinações do teor de água segundo o método 'Karl Fischer' e outras titulações dead-stop. As conexões de vidro e o recipiente de titulação fechado oferecem proteção eficiente contra influências da umidade atmosférica. O recipiente de titulação tem furo lateral que serve para a introdução de substâncias com concha de pesagem. O Aparelho é equipado com tubos elevatórios combinados com dissecador, nos quais o reagente 'Karl Fischer' é o dissecante.

Versões disponíveis: com duas buretas manuais ou motorizadas ou com uma bureta manual e uma motorizada.



TITULADOR AUTOMÁTICO 'KARL FISCHER' E 547

Para titulações de rotina em grandes séries. Suprime a constante observação dos instrumentos, a dosagem dos reagentes 'por palpite' e o tempo de espera. As buretas motorizadas são acionadas pelo comando eletrônico e fornecem resultados da mais alta reprodutibilidade.



CONDUTÔMETRO E 527

Para medição absoluta da condutividade eletrolítica de água destilada, água para alimentação de caldeiras, etc. Circuito em ponte com indicador para a compensação exata do zero. Faixa de medição de $1 \mu S$ a $10 mS$ em cinco estágios. Precisão melhor do que 2% do valor medido.

Células de medição disponíveis com diferentes constantes nas versões: de imersão, tipo pipeta, fluxo. (vide figuras ao lado)



CONDUTOSCÓPIO E 518

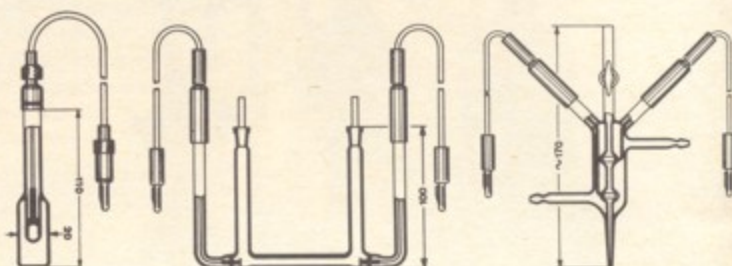
Aparelho de indicação direta para medições absolutas e titulações condutométricas. Faixa de medição de $1 \mu S cm^{-1}$ a $300 mS cm^{-1}$, dividida em doze gamas. Compensação da temperatura manual ou automática (esta última com a sonda Pt 100).

Potenciômetros para ajuste do coeficiente de temperatura da solução e calibração para a constante da célula. Grande faixa de compensação para a condutividade inicial nas titulações. As curvas de titulação condutométrica podem ser registradas automaticamente, se o aparelho é ligado ao potenciômetro.



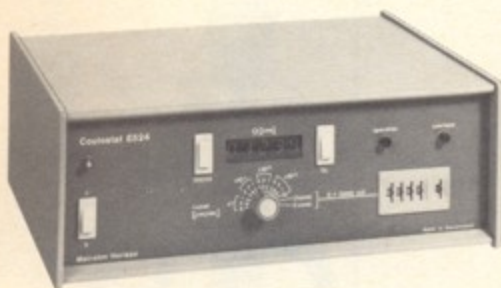
ESPECTRO - COLORÍMETRO E 1009

Para medições de absorção no espectro visível de 400.. 700 nm. Monocromador de filtro com espectro contínuo e escalas para 0...100% de transmitância e 2...0 de extinção. O equipamento complementar (opcional) transforma o aparelho em titulador fotométrico com registro automático das curvas, desde que seja acoplado ao Potenciômetro E 576 ou E 536



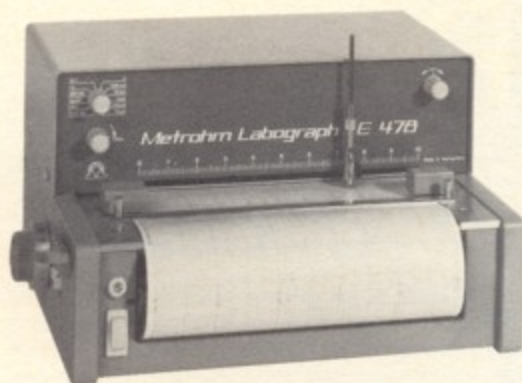
POLARIZADOR E 456

Aparelho complementar para titulações redox amperométricas e voltimétricas. Tensões de polarização ajustáveis entre 20...1000 mV. Correntes de polarização em 10 estágios entre 0,02...20 μA .



COULÔSTATO E 524

Para trabalhos da coulometria analítica com correntes constantes ($0,5 \times 10^{-3}$ a $5 \mu\text{Val/s}$ em 13 estágios). Na coulometria potencioestática controla-se o potencial do eletrodo que deverá permanecer constante. Ajuste entre 0 a 3999 mV. Limite de regulação aproximadamente 750 mA ou 25 V. Precisão de um milésimo da indicação (μVal).



LABÓGRAFO E 478

Registrador de compensação, Universal, com sensibilidade máxima de 1 mV para 200 mm de largura de registro. Faixas de medição aferidas: 1 mV...10 V e 10 μA ...100 mA. Com potenciômetro de 10 passos para redução da sensibilidade pelo coeficiente 10, permitindo adaptá-la às características da saída do aparelho de medição conectado. Avanço do papel regulável em 10 velocidades diferentes (0,2 a 200 mm/min). Registro com esferográfica ou caneta tinteiro em folhas (A4) ou em rolos.



DOSIFIX E 542

Pressetor de volumes para dosagens repetidas e muito exatas de líquidos, trabalhando em conjunto com a bureta motorizada E 535. Dois seletores (9,999 ml ou 99,99 ml). Precisão 1 μl ou 10 μl . O cilindro da bureta expulsa o conteúdo em 30 segundos. Aproximando-se o final da dosagem, a velocidade é comandada automaticamente, o que permite terminá-la no momento exato. Comutador para comando alternado de duas buretas ligadas. Existe ainda a possibilidade de ligar um controle remoto para automatização.



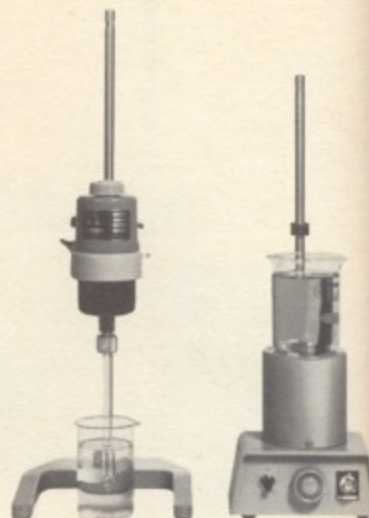
DOSIPRINT E 533

Impressor de resultados para ligação ao pH-metro digital E 500 BCD, Coulôstato E 524 ou Dosímatos E 535 ou E 415 PAF. Circuitos intercambiáveis para diversos programas de impressão (máximo de 4 valores por ciclo de impressão). Comando de impressão funcionando manual ou automaticamente (por exemplo no final da titulação ou por interruptor incorporado). Pode ser combinado com diversos aparelhos de medição para impressão de números de amostra ou resultados de bureta em mililitros, ou ainda com os valores pH iniciais ou finais das titulações.



MICRO - DOSADOR PARA MERCÚRIO E 410

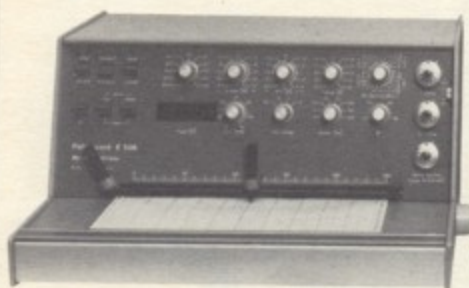
É parte integrante do conjunto BM 5-03 para trabalhos de polarografia inversa. A escala localizada no cabeçote do dosador permite reproduzir a superfície da gota com precisão de alguns centésimos de mm^2 . Na determinação de certos íons metálicos alcançam-se concentrações - limite bem mais baixas, do que seria possível com métodos convencionais. Antes da determinação enriquece-se a gota por eletrolise.



AGITADORES

Garantem a mistura homogênea no recipiente de titulação.

E 381 (de hélice, a esquerda)
E 349 (magnético, a direita).

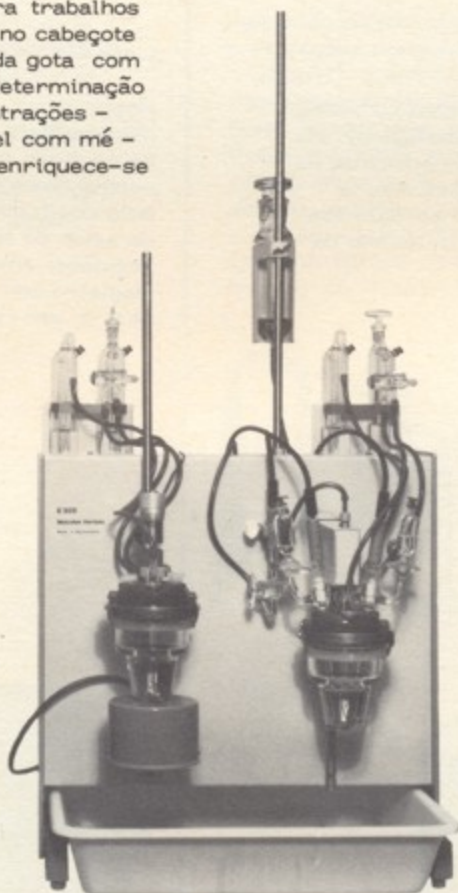


POLARECORD E 506
COM GRUPO DE POLAROGRAFIA E 505

O aparelho permite trabalhar com os seguintes métodos:

- polarografia de corrente contínua
- polarografia de corrente alternada (frequência base e 2 ϕ harmônico; ângulo de fase ajustável)
- 'pulse' - polarografia
- método 'Kalousek' K1 a K4
- 'tast' - polarografia
- registro de curvas $i = f(t)$ (necessita osciloscópio)

A tensão de polarografia com potencial controlado dos eletrodos é produzida por gerador especial e permanece constante durante a existência da gota. Ela é indicada em dígitos luminosos, com precisão de 1 mV. Os passos da tensão são acoplados ao controlador de gotejamento e ao avanço do papel do registrador. Uma segunda caneta marca a tensão no lado esquerdo do polarograma. Sensibilidades da corrente 1×10^{-10} até 50×10^{-7} A/mm.



Para o grupo de polarografia existem acessórios de conceito moderno, que permitem trabalhos com eletrodo de mercúrio gotejante, eletrodos maciços, eletrodos rotativos de platina ou para polarografia inversa com dosador de mercúrio. O equipamento poderá ainda ser completado para polarografia inversa, semi-automática.

O Polarecord e o grupo de polarografia formam um conjunto compacto e funcional, que se destaca pelo fácil manejo.

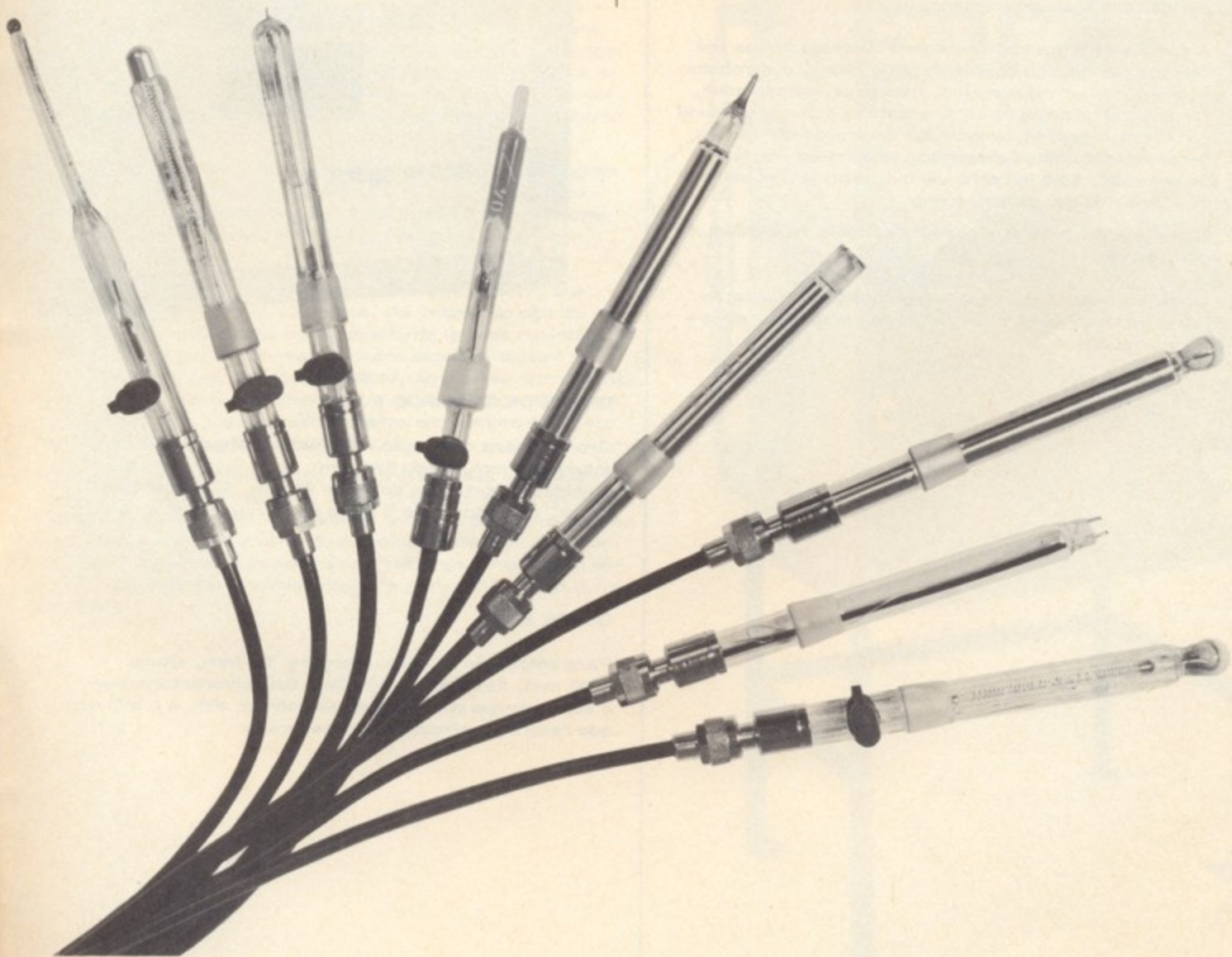
ELETRODOS E ACESSÓRIOS

No decorrer dos anos, os aparelhos Metrohm tornaram-se símbolo de precisão em análises eletro-químicas.

Uma das principais razões deste sucesso é, sem dúvida, a atenção que Metrohm dedica a questão de acessórios. Assim, a construção de novos aparelhos e equipamentos sempre foi acompanhada por melhoramentos de eletrodos e acessórios.

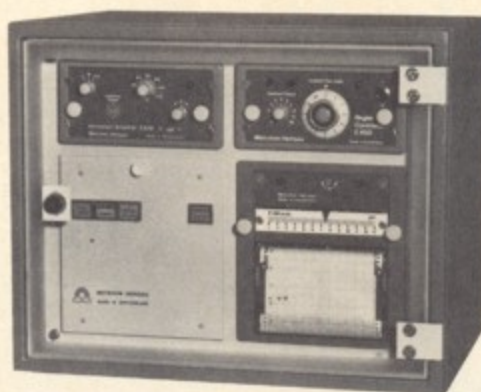
O programa de fabricação Metrohm abrange um sortimento completo de eletrodos e todo tipo de acessórios, estudados para resolver qualquer problema de medição e análise: eletrodos de vidro para medições de pH; eletrodos de metal para o potencial redox; eletrodos ion-seletivos. Existem eletrodos combinados, que num só corpo reúnem o eletrodo de medição e de referência, ou ainda os eletrodos separados (de medição e de referência).

Peça o folheto detalhado.



COFRE DE COMANDO E 482

Pequeno, para colocação na parede. (largura 500 mm, altura 400 mm, fundo 350 mm). Oferece lugar para até 4 unidades normadas de 192 x 96 mm, 12 teclas luminosas, circuitos para 4 relés, 3 circuitos integrados etc.



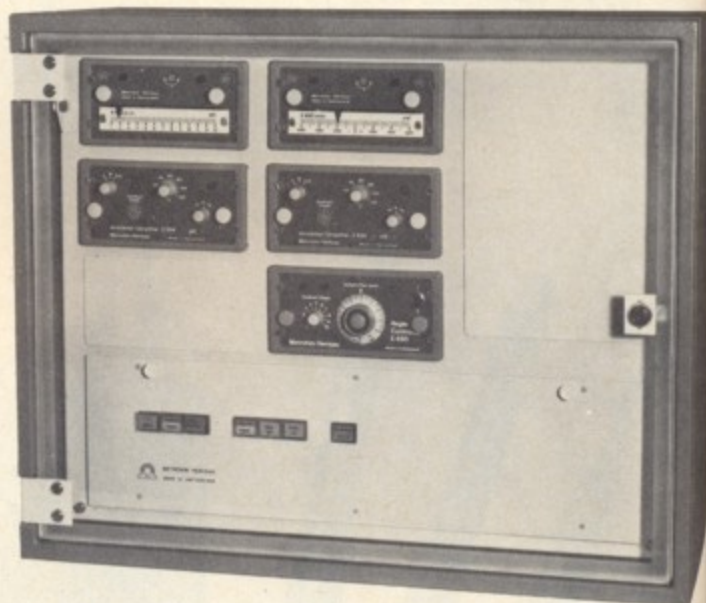
APARELHOS PARA INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

A implantação de instalações industriais para medição e regulação de processos de produção e instalações de tratamento de água, requer estudos preliminares, que permitam determinar a solução mais vantajosa e composição adequada do conjunto.

A parte eletrônica compreenderá diversos elementos básicos como amplificador de pH e redox, controlador proporcional, condutômetro, indicador, registrador, circuitos de alarme ótico ou acústico; enfim uma série de unidades-padrão, escolhidos de acordo com as necessidades. Estes elementos reúnem-se em cofre de comando, cujo tamanho varia conforme o número de módulos que deverá conter.

O sistema é funcional e permite as mais diferentes combinações.

Comunique-se com o departamento especializado do nosso representante local, afim de receber um orçamento detalhado.



COFRE DE COMANDO E 483

Grande, para colocação na parede. (largura 750 mm, altura 600 mm, fundo 350 mm). Com lugar para até 9 unidades normadas de 192 x 96 mm, 20 teclas luminosas, circuitos para 6 relés e 4 circuitos integrados.

COFRE E 459

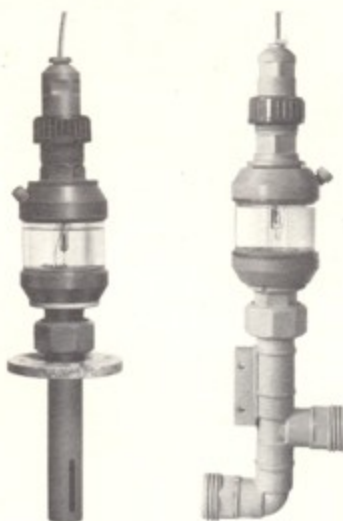
Para colocação no chão. (largura 750 mm, altura 1000 mm, fundo 350 mm). Com dois compartimentos: o superior que corresponde ao cofre E 483, e o inferior que recebe os circuitos de alta tensão.

ARMAÇÕES DE MEDIÇÃO

servem para proteger eletrodos de pH e redox contra danificações. A armação de imersão EA 531 e a armação para fluxo EA 530, são dois exemplos de solução prática. Todas as partes que possam entrar em contato com o meio de medição são de polipropileno. A reserva de KCl para o eletrodo de referência aparece bem visível no recipiente grande e transparente. O bico de enchimento é facilmente acessível e localiza-se fora do alcance das bornes de ligação elétrica.

Os eletrodos requerem recalibração periódica. Entretanto, é uma operação muito fácil, pois basta retirar o cabeçote do eletrodo e proceder de acordo com as instruções do fabricante.

Para imersão em profundidades de até dois metros, emprega-se a armação EA 528.



MULTI - TITULADOR AUTOMÁTICO E 440

Aparelho Universal para a racionalização de processos de fabricação. Efetua todo tipo de titulação potenciométrica em amostras líquidas, isentas de corpos sólidos.

Retira, titula (uma ou duas titulações com diferentes reagentes e potenciais finais na mesma amostra) e registra automaticamente os valores de concentração. Na regulação de processos avalia o resultado e transmite-o em forma de impulso elétrico a válvula magnética ou a válvula do motor. Com saída digital para conexão ao centro de processamento de dados.

Todas as funções desenvolvem-se de acordo com a programação e repetem-se em sequência cíclica. O sistema coordenador (seleção das funções e dos passos de programação com seletores para tempo) permite programar com grande facilidade.

O Multi-Titulador compreende dois compartimentos que formam uma só unidade compacta. As chapas de aço da estrutura são protegidas com esmalte de grande resistência a produtos químicos. Portas de vidro especial isolam a parte eletrônica do exterior (umidade, ambientes corrosivos). Entretanto, poderá ser adaptado um sistema de arejamento e ventilação. Os líquidos são alojados em recipientes e tubulações hermeticamente fechados.

O Multi-Titulador automático está a altura das mais rigorosas condições de trabalho. A sua precisão e reprodutibilidade dependem porém em grande parte do problema químico. Por exemplo, trabalhando no controle do teor de ácido bórico em água de refrigeração de reatores, o aparelho alcança uma reprodutibilidade de ± 1 p.p.m. em 1500 p.p.m. de boro.

