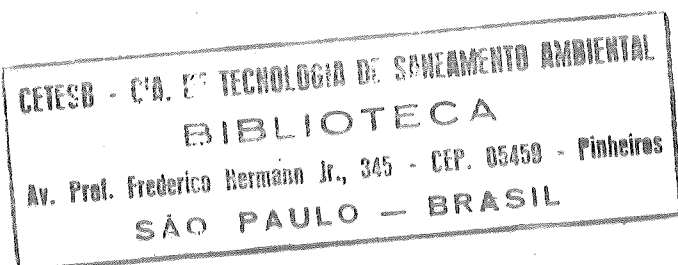


CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE PESQUISA

GERÊNCIA DE PESQUISAS DE AR E RUÍDO



Elaborado por: ENGº ELCIO LUIZ FARAH

Consultor

CREA nº 38044

Anteprojeto do Laboratório de Emissões
de Motores para Veículos Pesados

PROJETO 15.01.00

Dez/1986

5	8210 (RC)
9	f221a
80	16486

DIRETORIA

Rogé Ferreira
Diretor-Presidente

Anísio Ribeiro de Lima Filho
Diretor Administrativo

Antonio Sérgio Menon
Diretor Financeiro

Eduardo Cunha San Martin
Diretor de Ação Regional

Francisco de A. P. Pires de Campos
Diretor de Treinamento

Ivan Carlos Maglio
Diretor de Planejamento Ambiental

Laura Maria Regina Tetti
Diretora de Educação Ambiental

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Nivaldo José Chiossi
Diretor de Tecnologia e Qualidade Ambiental

Roque Monteleone Neto
Diretor de Pesquisa

DIRETORIA DE PESQUISA

Prof. Samuel Murgel Branco

ASSISTENTE TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

Engº Gabriel Murgel Branco

ASSISTENTE ADMINISTRATIVA

Eng^a Neusa Monteiro de Arruda Juliano

GERÊNCIA DE PESQUISAS DE AR E RUÍDO

Engº Alfred Szwarc

EQUIPE TÉCNICA

Engº Elcio Luiz Farah (Consultor)

Engº Eduardo Mascarenhas Murgel

Engº Wanderley Costa

Secretária Maria Cleumária da Silveira Porta

Ciente:


ENGº ALFRED SZWARC
Gerente de Pesquisas
de Ar e Ruído

AGRADECIMENTO

Agradeço a colaboração prestada pelos integrantes da DFM/GPAR, principalmente aos engenheiros Eduardo Mascarenhas Murgel e Wanderley Costa.

RELATÓRIO DE CONSULTORIA - CETESB

Anteprojeto do Laboratório de Emissões de Motores para Veículos Pesados

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de controlar a emissão de poluentes por veículos automotores dos ciclos Otto e Diesel, que contribui para a contínua deterioração da qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos, culminou com a instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - **PROCONVE**, através da Resolução nº 18 de 06.05.86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - **CONAMA**

Segundo a referida Resolução, cabe às instituições do governo o acompanhamento e a avaliação do **PROCONVE**, a certificação de motores e veículos automotores, a emissão de licenças de uso e de comercialização, a aplicação de penalidades em caso de constatação de irregularidades, a fixação e/ou revisão dos limites máximos de emissão e a elaboração de parecer sobre o potencial poluidor de novos combustíveis. Para que estas atribuições possam ser cumpridas, é necessária a disponibilidade de recursos materiais, sob a forma de laboratórios que possibilitem a amostragem e análise de poluentes emitidos por motores e veículos automotores, a formação de recursos humanos para a operação dos referidos laboratórios e a disponibilidade de recursos financeiros que, efetivamente, permitam o desenvolvimento dos trabalhos.

A **CETESB** dispõe atualmente de apenas um laboratório capacitado a medir a emissão de gases de exaustão de veículos leves (até 2800kg) equipados com motor do ciclo Otto (álcool e gasolina).

Assim, se faz premente a criação de um laboratório para medir a emissão de gases de exaustão de motores dos ciclos Diesel e Otto, que equipam veículos pesados.

Desta maneira, a **CETESB** estará apta a cumprir parte das suas obrigações com o **PROCONVE** bem como desenvolver estudos e

pesquisas que forneçam subsídios às ações de órgãos governamentais.

2. OBJETIVOS

- .Definir e orçar os equipamentos básicos necessários para a instalação de um Laboratório de Emissões capaz de ensaiar todos os motores nacionais Diesel e Otto para veículos pesados, de acordo com os Métodos dos 13 e 9 Pontos (Projeto de Norma ABNT 5.11.3-014, SAE J1003 e U.S.A. Code of Federal Regulations Vol. 40, § 86.304-79, July, 1, 1983), prescritos na Resolução nº 18 de 06.05.86 do CONAMA.
- .Definir as dimensões necessárias às dependências do Laboratório de Motores, propondo uma planta com o respectivo lay-out dos equipamentos.

3. TRABALHO EFETUADO

3.1. Dinamômetros de bancada

Para a escolha dos dinamômetros, foram considerados os aspectos referentes a capacidade de absorção de carga, carga residual mínima, velocidade angular máxima, precisão e confiabilidade do equipamento.

Em vista da necessidade de se absorver cargas de até 1500 N.m durante o teste dos motores diesel "grandes", a escolha do equipamento foi resumida à seleção dos tipos mais adequados às necessidades de teste, dentre a gama de dinamômetros disponível pela "Shenck", único fabricante nacional capaz de, até a presente data, os produzir com tal capacidade e garantir sua precisão.

3.1.1. Capacidade de Absorção de Carga

A tabela 1 mostra os motores Diesel classificados em "pequenos", "médios" e "grandes" de acordo com sua potência nominal, e as capacidades de absorção de potência (máx. e min.) e torque (máx.) dos dinamômetros elétricos (W130, W230 e W400) e hidráulicos (D360 e D210) para cada motor. O valor de potência mínima mostrado para cada motor equivale a 2% de sua potência nominal, percentagem esta aplicada no ensaio do penúltimo passo do "Método

dos 13 pontos".

A Tabela 1 foi montada com base no anuário da ABIMAQ/SINDIMAQ - Motores de Combustão Interna de 1979, porém é perfeitamente válida para a análise em questão, visto que os fabricantes atualmente ainda mantêm em produção os mesmos motores, ou versões otimizadas dos mesmos, mas que atendem basicamente às mesmas características de desempenho. As capacidades de absorção dos dinamômetros foram extraídas das curvas anexas LP7 032, LP7 040, LP7 050, LP8 500 e LP8 508, pertencentes aos dinamômetros W130, W230, W400, D210 e D360, respectivamente.

Observando-se as colunas de "Dificuldade de Atendimento" dos dinamômetros da "Tabela 1", pode-se facilmente concluir que os dinamômetros hidráulicos não conseguem atender os requisitos de teste, devido às altas cargas residuais (pot. min.) e/ou incapacidade de absorver a potência máx. e/ou torque máximo dos motores.

Conclui-se ainda que o dinamômetro elétrico W130 possui carga residual nula em toda faixa de utilização necessária, mas atende apenas os "motores pequenos" e uma parcela dos "motores médios" devido a sua baixa capacidade de absorção de carga. O dinamômetro elétrico W230 satisfaz perfeitamente apenas os "motores médios", ficando comprometido quanto à carga residual para teste do "motor pequeno" (VW-2D-231) e capacidade de absorção de carga máxima dos "motores grandes". O dinamômetro elétrico W400 atende completamente todos os motores, com exceção do "motor pequeno" VW-2D-231 e do "motor médio" MWM-D226-4, devido às suas cargas mínimas nas rotações de potência nominal.

NOTA - Os dinamômetros elétricos aqui considerados usam o princípio da corrente de Foucault, gerando ao redor de seu rotor um campo magnético de fluxo oposto ao movimento do motor em teste, que absorve sua potência e a transfere imediatamente para a água, em seu trocador de calor.

3.1.2. Precisão

A especificação do "Code of Federal Regulations (C.F.R.) USA" exige dos dinamômetros precisão de 2% do valor observado para medições acima de 10% do seu fundo de escala, e 5% do valor observado para medições abaixo de 10% do seu fundo de escala, enquanto que a "Shenck" garante a precisão de seus dinamômetros dentro 0,6% do fundo de escala.

Considerando-se os dinamômetros tidos como adequados quanto à capacidade de absorção de carga no item 3.1.1., vemos na Tabela 2 que há incompatibilidade entre as precisões garantidas pelo fabricante e aquelas exigidas pelo "C.F.R.". Esta divergência pode ainda ser melhor observada na Tabela 3, onde temos os valores de carga supostamente fornecidos por um motor "médio" durante um ensaio conforme o "Método dos 13 Pontos".

Em vista de ambos os dinamômetros terem sua precisão inviabilizada pelos requisitos do "C.F.R.", sem que seja explicado qual a precisão a ser adotada quando a carga for exatamente 10% do fundo de escala, ou o porque do de grau de 5% para 2% do valor lido, para leituras menores e maiores que 10% do fundo de escala, consideramos este requisito demasiado exigente tecnicamente, e impraticável para a realidade brasileira.

Assim, endossamos e recomendamos plenamente a proposta de especificação contida no "Projeto de Norma ABNT 5.11.3-014" para o ensaio em questão, onde a precisão do dinamômetro deve ser melhor que $\pm 2\%$ do máximo torque do motor ensaiado.

Desta maneira, no caso do motor considerado na "Tabela 3", o dinamômetro a ser utilizado deve ter precisão melhor que $\pm 7,1\text{N.m}$, perfeitamente atendida por ambos os dinamômetros. Analisando-se genericamente, vemos que os tipos W230 e W400, garantidos pelo fabricante com $\pm 2,3\text{N.m}$ e $\pm 6,0\text{Nm}$, podem assim testar qualquer motor com torque máximo acima de 115N.m e 300N.m. , respectivamente.

3.1.3. Conclusão

Voltando à Tabela 1, concluímos que para testar adequadamente toda a faixa de motores nacionais para veículos pesados (diesel e álcool), há necessidade de empregarmos um dinamômetro W230 para os "motores médios" e um dinamômetro W400 para os "motores grandes", com a vantagem de poder-se usar este último também para os "motores médios", desde que não possuam torque máximo abaixo de 300 N.m. (motores de 04 cilindros).

Em vista da existência de apenas um "motor pequeno" nacional para veículo pesado e da falta de incentivo governamental e comercial para sua manutenção em produção, bem como seu desenvolvimento por parte dos demais fabricantes, recomendamos que eventuais testes deste motor sejam também realizado no dinamômetro W230, embora infringindo ligeiramente os limites de precisão e carga residual requeridos.

3.1.4. Custo

O orçamento anexo recebido da Shenck em 01.04.86 refere-se apenas ao custo do dinamômetro W400 e pode ser resumido do conforme abaixo:

Equipamento :	Cz\$ 1.129.850,00
Acessórios Básicos :	Cz\$ 1.233.401,00
Instrumentação Básica :	Cz\$ 414.823,00
Instrumentação Opcional	Cz\$ 775.604,00
Verificação das Instalações e Treinamentos:	Cz\$ 45.000,00
TOTAL :	Cz\$ 3.598.678,00

O custo do dinamômetro W230 pode ser montado com o orçamento anexo emitido pela Shenck em 01.08.86 e resumido a seguir.

Equipamento :	Cz\$ 927.400,00
Acessórios Básicos :	Cz\$ 1.015.540,00
Instrumentação Básica :	Cz\$ 414.823,00
Instrumentação Opcional :	Cz\$ 775.604,00
Verificação das Instalações e Treinamento:	Cz\$ 45.000,00
TOTAL :	Cz\$ 3.178.367,00

Temos assim um custo total referente a ambos os dinamô metros de Cz\$ 6.777.045,00.

O ítem de custo considerado por nós como "instrumentação opcional" dentro do orçamento da Shenck, compreende ins trumentos que podem ser adquiridos de outros fabricantes do mercado nacional (como a própria Shenck faz), sem com prometimento do dinamômetro, pois são relativos ao moni toramento e controle do motor em teste. Acreditamos que desta maneira seja possível uma redução de cerca de 15% neste ítem.

3.2. Sistema de coleta e análise de gases

A boa experiência em analisadores de gases, adquirida pe la CETESB e toda indústria automobilística nacional no teste de veículos leves pelo método "C.V.S.", recomenda que, assim como nos demais países que já praticam o con trole de emissões veiculares, haja uma uniformidade de fornecimento dos equipamentos analisadores de gases para que a correlação entre eles seja a melhor possível. As sim, foi escolhido, em consenso com os fabricantes de mo tores Diesel nacionais os equipamentos fornecidos pela "Horiba".

Incluimos também neste ítem um conjunto de tunel de di lução e filtros para a coleta e medição dos particula dos. Entretanto, visto a metodologia deste sistema não estar completamente definida, não foi possível obter sua cotação, sendo seu custo estimado em cerca de US\$ 200.000,00.

As características do equipamento escolhido, com exceção do tunel de diluição, opacímetro e da registradora grã

fica de múltiplas penas, encontram-se em anexo, juntamente com sua cotação datada de 02.05.86 e cujo custo encontra-se resumido abaixo.

Equipamento :	US\$ 171.828,00
Acessórios :	US\$ 27.180,00
Pecas de Reposição :	US\$ 17.856,00
Instalação :	US\$ 14.520,00
Registradora Gráfica :	US\$ 9.000,00
Tunel de Diluição :	US\$ 200.000,00
Opacímetro :	US\$ 12.000,00
TOTAL (FOB):	US\$ 452.384,00

O custo total acima é "FOB", equivalendo a aproximadamente Cz\$ 15.630.000,00, colocado na CETESB, considerados os impostos, taxas, encargos e câmbio de Cz\$ 13,84 por dolar.

3.3. Unidade de Controle e Aquisição de Dados para Dinamômetro/Console Analítico

Este sistema é responsável pelo controle do ciclo de teste, do processo de coleta das amostras, das funções dos dinamômetros e dos analisadores de gases, além da aquisição de dados dos dinamômetros, das condições ambientais e dos analisadores de gases. Desta maneira, utilizando os parâmetros armazenados em sua memória, executa os cálculos necessários e apresenta os resultados finais e parciais dos ensaios, para certificação dos motores.

É constituído basicamente de uma unidade central de processamento de 512 Kbytes de memória, interfaces, unidade acionadora de disco Winchester, terminais de vídeo e impressora.

Esta unidade de controle, aquisição e processamento de dados, dedicada ao equipamento em questão teve seu orçamento estimado verbalmente pela Horiba em US\$ 200.000,00 "FOB", equivalendo a aproximadamente Cz\$ 6.900.000,00,co

locado na CETESB, considerados os impostos, taxas, encargos e câmbio de Cz\$ 13.84 por dolar.

3.4. Gases para calibração

Com base no Laboratório de Veículos da CETESB, que possui 97 cilindros de gases, sendo 35 em uso e 62 de reserva, e considerando que os sistemas de funcionamento dos analisadores são muito similares, estimamos uma necessidade total de 90 cilindros para o Laboratório de Motores Diesel.

A "White Martins", atualmente única fornecedora com capacidade de suprimento dos gases especiais com a qualidade/confiabilidade necessária, informou telefonicamente em 13.06.86 através do Sr. Luís Carlos que o custo de cada cilindro é de 980 OTN + 10% IPI. Entretanto, no momento, devido à falta de lastro, apenas está sendo possível fazer a locação dos cilindros ao custo de Cz\$ 275,40/mês/cilindro.

Considerando-se 90 cilindros, temos em caso de compra um investimento de Cz\$ 1.032.292,80 contra uma despesa de locação mensal de Cz\$ 24.786,00. Isto faz com que o investimento seja amortizado em 41,7 meses ou 3,5 anos e torna a 1ª alternativa extremamente vantajosa, devendo ser perseguida com insistência junto ao fornecedor.

O custo dos gases para o primeiro enchimento dos cilindros pode ser estimado em aproximadamente Cz\$ 1.062.000,00, conforme distribuição a seguir.

Gás	Quantidade	Cz\$/un.	Total
CO/N ₂ (L)	16	15.500	248.000
CO/N ₂ (H)	12	15.500	186.000
CO ₂ /N ₂	8	6.000	48.000
Propano/N ₂	16	17.000	272.000
NO _x /N ₂	12	13.900	168.000
N ₂	7	6.000	42.000
H ₂ /N ₂	5	8.000	40.000
Ar Zero	10	5.800	58.000

TOTAL 1.062.000

Dentro deste ítem devemos considerar ainda o custo do projeto/instalação, tabulações, registros, manômetros e reguladores de pressão especiais, orçados (08.09.86) pela White Martins em Cz\$ 932.569.78.

3.5. Ferramentas e Instrumentação Geral

Neste ítem consideramos as ferramentas de uso geral, e equipamentos/dispositivos especiais para teste e manutenção/revisão dos motores, como bancada para teste de injetores, medidores de vazão de ar e combustível, e carregador de bateria ou gerador de corrente contínua para a "partida" dos motores, além da instrumentação geral e de reserva necessária para o monitoramento do motor em teste, como manômetros, vacuômetros e termômetros.

Estimamos o custo deste ítem em Cz\$ 270.000,00 para os dois dinamômetros.

3.6. Sistema de exaustão e ar-condicionado

Os "Métodos dos 13 e 9 pontos" para ensaio dos motores Diesel e Otto, respectivamente, exige o condicionamento dos motores e do ar de admissão/ambiente, antes e durante o teste, a 25±5°C.

Considerando-se dois motores em teste, simultaneamente,

temos necessidade de ar para admissão numa vazão de cerca de $50\text{m}^3/\text{min}$. a 25°C , para uma exaustão dos gases de escape de aproximadamente $150\text{m}^3/\text{min}$. a 600°C . Tal volume de gases com material particulado, saindo por uma chaminé, pode vir a causar má imagem à CETESB; assim, recomendamos que seja feita sua diluição utilizando-se o próprio ar da sala de dinamômetros substituído a título de renovação, na razão de 27 trocas por hora. Desta maneira devemos ter um exaustor com capacidade de $150\text{m}^3/\text{min}$. a 400°C , cujo custo estimamos em Cz\$ 90.000,00.

Considerando-se o condicionamento do ar para todas as dependências do Laboratório, inclusive a sala dos dinamômetros, calculamos ser necessário um equipamento com capacidade de cerca de 40 toneladas de refrigeração e tubulação com 13 a 15 saídas, cujo custo estimamos em Cz\$ 1.600.000,00.

Lembramos que este sistema deverá possuir saídas direcionadas para a admissão dos motores, mas reguláveis de forma a não provocar a super-alimentação dos mesmos.

3.7. Sistema trocador de calor para água

De acordo com os requisitos da "Shenck" em anexo (págs. 55,56) há necessidade de água para arrefecimento de forma que sua temperatura de saída nos dinamômetros se mantenha abaixo de 50°C , com vazões mínimas de $17,2\text{ m}^3/\text{h}$ e $9,9\text{ m}^3/\text{h}$ para os modelos W400 e W230, respectivamente, em regime de máxima absorção de carga e com a água a temperatura ambiente de 30°C e pressão mínima de 1,6 bar. Estas condições implicam numa troca de calor equivalente a 550000 kcal/h ou aproximadamente 183 TR.

Considerando-se que dois motores com potências próximas aos limites de capacidade dos dinamômetros necessitam trocar calor na razão de 540.000kcal/h ou cerca de 180T.R., temos que dimensionar uma torre de resfriamento com capacidade de $1.090.000\text{ kcal/h}$ ou aproximadamente 363 T.R para uma vazão de $55\text{ m}^3/\text{h}$ e pressão entre 1,6 e 4,0 bar.

Ainda de acordo com os requisitos da "Shenck" em anexo (pág. 57), deve-se prover o sistema trocador de calor

com um filtro magnético e coador instalados a montante do dinamômetro com capacidade para reter, respectivamente, partículas magnéticas menores que 1µ e não magnéticas maiores que 0,6mm, sem queda de pressão apreciável. A água também deverá ter seu pH mantido entre 7,2 e 9,5 de forma a não se tornar demasiadamente corrosiva.

O custo estimado deste sistema trocador de calor para água é de aproximadamente Cz\$ 200.000,00.

NOTA: Caso o sistema de condicionamento de ar seja projetado para utilização de uma torre de refrigeração como trocador de calor, os cálculos acima deverão ser revistos.

3.8. Instalações

O lay-out proposto para o Laboratório de Motores foi planejado a partir de um galpão térreo com as dependências isoladas da sua cobertura por laje, e aproveitando-se o "sotão" criado entre ambas, na região de maior altura, para a instalação das salas de combustível e ar condicionado. Este lay-out encontra-se anexo, contendo as áreas abaixo relacionadas.

TÉRREO

Recepção	3,2 x 2,8	= 9,0
Escritório	3,5 x 6,0	= 21,0
Sala de Reunião	3,0 x 2,2	= 6,6
Sanitários e Vestiários	3,8 x 3,0	= 11,4
Oficina	5,0 x 4,0	= 20,0
Almoxarifado	3,8 x 2,5	= 9,5
Estoque de Motores	4,5 x 3,3	= 14,9
Sala dos Dinamômetros	8,5 x 7,5	= 63,8
Sala de Teste	8,5 x 2,5	= 21,3
Sala de Gases	3,0 x 2,5	= 7,5
Circulação Oficina	9,0 x 1,7	= 15,3
Circulação Escritório	12,7 x 1,2	= 15,2
Beiral		= 63,5

SUB-TOTAL = 279,0 m²

SOTÃO

Sala de Combustível	$4,0 \times 2,0 = 8,0$
Sala de Ar-Condicionado	$2,5 \times 5,0 = 12,0$

TOTAL = 299,0 m²

ANEXOS

Trocador de Calor e Bomba D'Água	$1,5 \times 3,0 = 4,5$
Tanque de Combustível (subterrâneo) e bomba	$1,5 \times 2,5 = 3,8$

TERRENO: $32,0 \times 15,5 = 496,0 \text{ m}^2$

Convém lembrar aqui que deverão ser previstas instalações e fundações do tipo sugerido pela "Shenck" (desenhos LP6 925, LP6 931, LP9 515, LP9 725, LP9 763 anexos) para os dinamômetros, berços para teste dos motores e sistema de refrigeração de ambos.

Estimamos o custo do terreno em Cz\$ 1.000.000,00. Considerando o custo de construção médio a Cz\$ 5.000,00/ m², temos uma estimativa de Cz\$ 1.500.000,00 acrescida de aproximadamente Cz\$ 400.000,00 para a infra-estrutura e elétrica, etc...

4. CUSTO TOTAL

O custo estimado para o Laboratório de Motores, considerando-se suas necessidades básicas expostas no item 3, encontra-se resumido na Tabela 4. Entretanto, visto os orçamentos obtidos para sua confecção terem validade máxima de 90 dias da data de emissão, os fornecedores aconselham um acréscimo de 10% nos preços para pedidos a serem colocados até maio/87.

TABELA 1

M O T O R										Dinamômetro Shenck W 110				Dinamômetro Shenck W 230				Dinamômetro Shenck W 400				Dinamômetro Shenck D 360-1				Dinamômetro Shenck D 210-1			
TIPO	FABRICANTE	MODELO	POTENCIA			Torque Máximo		POTENCIA		Torque Máx. N.m (kg.m)	Dificul- dade de Atendi- mento	POTENCIA		Torque Máx. N.m (kg.m)	Dificul- dade de Atendi- mento	POTENCIA		Torque Máx. N.m (kg.m)	Dificul- dade de Atendi- mento	POTENCIA		Torque Máx. N.m (kg.m)	Dificul- dade de Atendi- mento	POTENCIA		Torque Máx. N.m (kg.m)	Dificul- dade de Atendi- mento		
			Máx.	Mín.	rpm	N.m (kg.m)	rpm	Máx.	Mín.			Máx.	Mín.			Máx.	Mín.			Máx.	Mín.			Máx.	Mín.			Máx.	Mín.
Pequeno	VW	20-231	37 (50)	0,8 (1,0)	45	95 (9,6)	3000	135 (184)	0	400 (40,8)	-	230 (313)	1,5 (2,0)	750 (76,5)	pot. mín.	400 (544)	5,0 (6,8)	1330 (135,6)	pot. mín.	320 (435)	11,5 (15,6)	1200 (122,3)	pot. mín.	180 (245)	3,5 (4,8)	600 (61,2)	pot. mín.		
		OM-314	63 (85)	1,3 (1,7)	28	235 (24)	1800	115 (156)	0	400 (40,8)	-	200 (272)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	1,2 (201,9)	2000	-	320 (435)	3,5 (4,8)	1300 (132,5)	pot. mín.	170 (231)	0	500 (51,0)	-		
		OM-352	96 (130)	1,9 (2,6)	28	368 (37,5)	2000	115 (156)	0	400 (40,8)	-	200 (272)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	1,2 (200)	2000	-	320 (435)	3,5 (4,8)	1300 (132,5)	pot. mín.	170 (231)	0	600 (61,2)	-		
		OM-352-A	115 (156)	2,3 (3,1)	28	432 (44)	1800	115 (156)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	200 (272)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	1,2 (200)	2000	-	320 (435)	3,5 (4,8)	1300 (132,5)	pot. mín.	170 (231)	0	500 (51,0)	-		
		OM-355/5	141 (192)	2,8 (3,8)	22	613 (62,5)	1400	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1200 (124,3)	-	130 (177)	0	300 (30,6)	máx. pot. torque		
	Médio		125 (170)	2,5 (3,4)	22	657 (67)	1400	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1200 (122,3)	-	130 (177)	0	300 (30,6)	torque		
		4-236	61 (83)	1,2 (1,7)	28	266 (27,1)	1300	115 (156)	0	400 (40,8)	-	200 (272)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	1,2 (200)	2000	-	320 (435)	3,5 (4,8)	1000 (101,9)	pot. mín.	170 (231)	0	270 (27,5)	-		
		6-354.4	93 (125)	1,9 (2,5)	28	366 (37,3)	1300	115 (156)	0	400 (40,8)	-	200 (272)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	1,2 (200)	2000	-	320 (435)	3,5 (4,8)	1000 (101,9)	pot. mín.	170 (231)	0	270 (27,5)	torque		
		T 6354.4	108 (147)	2,2 (2,9)	26	469 (47,8)	1600	105 (143)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	190 (258)	0	750 (76,5)	-	400 (1,6)	0	2000	-	320 (435)	2,8 (3,8)	1300 (132,5)	pot. mín.	160 (218)	0	400 (40,8)	torque		
		MMW	D 226-4	63 (85)	1,3 (1,7)	30	264 (26,9)	1600	125 (170)	0	400 (40,8)	-	230 (313)	0	750 (76,5)	-	400 (1,5)	1,5 (2,0)	2000	pot. mín.	320 (435)	4,2 (5,7)	1300 (132,5)	pot. mín.	180 (245)	1,2 (1,6)	400 (40,8)	-	
D 229-6	91 (123)		1,8 (2,5)	30	363 (37)	1600	125 (170)	0	400 (40,8)	-	230 (313)	0	750 (76,5)	-	400 (1,5)	1,5 (2,0)	2000	-	320 (435)	4,2 (5,7)	1300 (132,5)	pot. mín.	180 (245)	1,2 (1,6)	400 (40,8)	-			
Grande	MBB	OM-355/6	154 (210)	3,1 (4,2)	22	735 (75)	1300	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	-	400 (1,7)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1000 (101,9)	-	130 (177)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		
			177 (240)	3,5 (4,8)	22	814 (83)	1400	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,7)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1200 (124,3)	-	130 (177)	0	300 (30,6)	máx. pot. torque		
		OM-355/6A	210 (285)	4,2 (5,7)	22	1040 (106)	1300	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,7)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1000 (101,9)	torque	130 (177)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		
	SCANIA	D 11	149 (203)	3,0 (4,1)	22	760 (77)	1200	85 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	torque	400 (1,7)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	920 (91,8)	-	130 (177)	0	230 (23,4)	máx. pot. torque		
		DS 11	219 (296)	4,4 (5,9)	22	1090 (111)	1400	65 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	170 (231)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,7)	0	2000	-	290 (394)	1,7 (2,3)	1200 (122,3)	-	130 (177)	0	300 (30,6)	máx. pot. torque		
		DS 14	276 (375)	5,5 (7,5)	20	1480 (151)	1300	80 (116)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	150 (204)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,7)	0	2000	-	260 (353)	1,5 (2,0)	1000 (101,9)	máx. pot. torque	120 (163)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		
			NTC 250	187 (254)	3,7 (5,1)	21	1153 (117)	1300	83 (113)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	160 (218)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,6)	0	2000	-	270 (367)	1,6 (2,2)	1000 (101,9)	torque	125 (170)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque	
	CUMMINS	NTC 290	219 (293)	4,4 (5,9)	21	1261 (128)	1300	83 (113)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	160 (218)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,6)	0	2000	-	270 (367)	1,6 (2,2)	1000 (101,9)	torque	125 (170)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		
		NTC 350	261 (355)	5,2 (7,1)	21	1519 (155)	1300	63 (113)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	160 (218)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,6)	0	2000	-	270 (367)	1,6 (2,2)	1000 (101,9)	torque	125 (170)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		
		NTC 400	298 (405)	6,0 (8,1)	21	1559 (159)	1300	83 (113)	0	400 (40,8)	máx. pot. torque	160 (218)	0	750 (76,5)	máx. pot. torque	400 (1,6)	0	2000	-	270 (367)	1,6 (2,2)	1000 (101,9)	máx. pot. torque	125 (170)	0	270 (27,5)	máx. pot. torque		

NOTA: $P = \frac{M \cdot n}{9550}$
 P (Kw)
 n (rpm)
 M (N.m)

$P = \frac{M \cdot n}{716,2}$
 P (CV)
 n (rpm)
 M (Kg.m)

1 Kg.m = 9,81 N.m
 1 CV = 0,7355 Kw

TABELA 2

Dinamômetro	Leitura	Precisão	
		C.F.R	Shenck
W 230	maior que 75 N	2% do valor lido	± 2,3 N
	menor que 75 N	5% do valor lido	± 2,3 N
W 400	maior que 200 N	2% do valor lido	± 6,0 N
	menor que 200 N	5% do valor lido	± 6,0 N

TABELA 3

			PRECISÃO (± N.m)			
C A R G A			W 400		W 230	
PONTO	%	N.m/rpm	C.F.R.	Shenck	C.F.R.	Shenck
1	0	0/700	0	0	0	0
2	2	7,1/1800	0,4	6,0	0,4	2,3
3	25	88,5/1800	4,4	6,0	1,8	2,3
4	50	177,0/1800	8,9	6,0	3,5	2,3
5	75	265,5/1800	5,3	6,0	5,3	2,3
6	100	354,0/1800	7,1	6,0	7,1	2,3
7	0	0/700	0	0	0	0
8	100	300,1/2800	6,0	6,0	6,0	2,3
9	75	225,1/2800	4,5	6,0	4,5	2,3
10	50	150,1/2800	7,5	6,0	3,0	2,3
11	25	75,0/2800	3,8	6,0	1,5/3,8	2,3
12	2	6,0/2800	0,3	6,0	0,3	2,3
13	0	0/700	0	0	0	0

NOTA: Os valores de carga foram baseados nos resultados de teste de um motor MBB-OM352 ensaiado pelo CTA em 12.07.85 conforme relatório nº 07/14/85.



TABELA 4

<u>Item</u>	<u>Custo Cz\$ x 1000</u>
Dinamômetro W400	3.600
Dinamômetro W230	3.200
Sistema de coleta e análise de gases	15.600
Unidade de Controle, Aquisição e Processamento de Dados	6.900
Gases para Calibração cilindros/instalação	1.900
1º enchimento	1.100
Ferramentas e Instrumentação	300
Sistema de exaustão	100
Sistema trocador de calor	200
Sistema de Ar-Condicionado	1.600
Construção e Instalação	1.900
Terreno	1.000
TOTAL	37.400, .

A N E X O S

1. Encontram-se em anexo as especificações e curvas de absorção de carga dos dinamômetros Shenck, mencionadas neste relatório, bem como o lay-out proposto para o Laboratório de Motores.
2. Em vista do grande volume de folhas existente nas cotações fornecidas pela Shenck, Horiba e White Martins, este material, apesar de ser parte integrante deste relatório, não circulará com o mesmo, estando disponível para consulta no arquivo da DFM/GPAR juntamente com o original deste relatório.

9.3 Design of the dynamometer cooling system

The necessary water quantity can be taken from diagram 1 which also shows the temperature change by which the water is heated in the dynamometer or recooled in the cooling system, and it shows the braking energy.

If possible, the outlet temperature of the fully loaded dynamometer should remain under 50°C and it must not exceed 70°C (160°F).

For the water pressure at the inlet of the dynamometer, the following conditions should be observed:

- The pipes should be large enough to prevent pressure changes when other dynamometers are connected or disconnected.
- Eddy current dynamometers have a higher flow resistance. Diagram 2 indicates which pressure is necessary at the dynamometer inlet to achieve the temperature rise selected in diagram 1 at rated load. The maximum admissible pressure is 4.0 bar.

For the water pressure at the dynamometer outlet the following conditions should be observed:

- Hydraulic dynamometers can only be operated with their outlets open.
- The outlets of eddy current dynamometers of standard design are open. A special design with closed outlet can be supplied on request, whereby the admissible back pressure at the dynamometer outlet must not exceed 1 bar. The pressure at the dynamometer inlet must be increased by the value of this back pressure.

The following manufacturers or engineering companies may be contacted for the design of the cooling system and the accessories:

Sulzer — Escher — Wyss GmbH
Postfach 1380
D-8990 Lindau

Ingenieurbüro Werner W. Rabe
Baltimore Aircoil Rückkühlanlagen
Alzeyer Straße 1
D-6000 Frankfurt am Main 80

M.A.N.
Abt. Rückkühlanlagen
Postfach 747
D-8500 Nürnberg

Ingenieurbüro Schreiber
Bürstatter Straße 85
D-6840 Lampertheim

9.4 Required water quantities and pressures

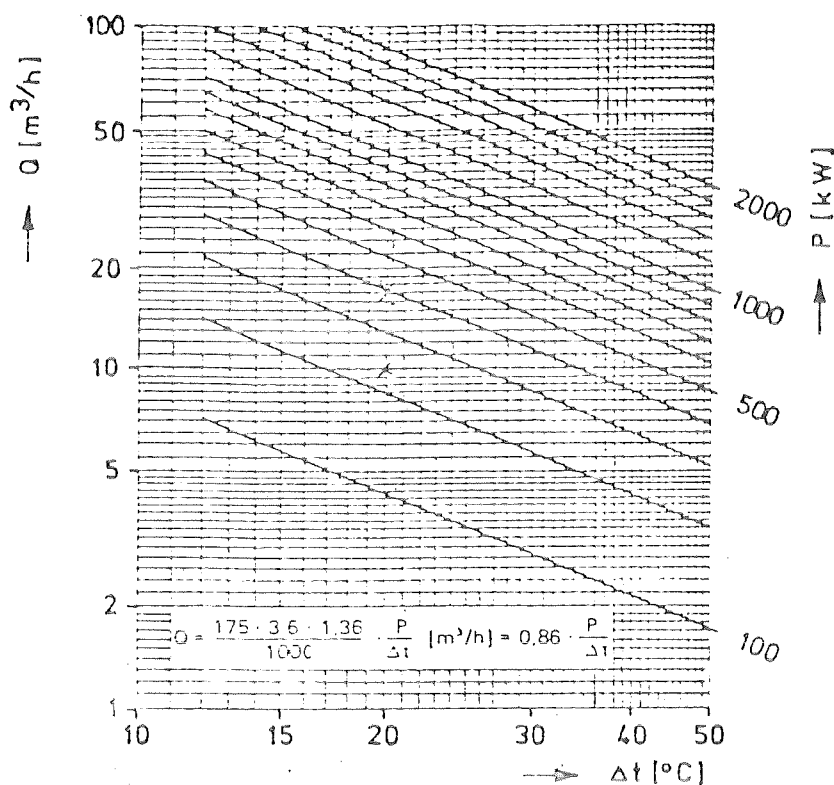


Fig. 1: Required water quantity Q depending on the temperature rise Δt and the power output P

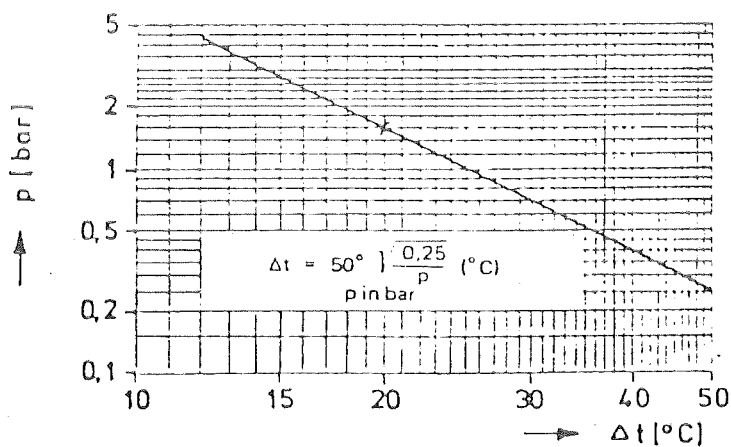


Fig. 2: Required pressure p in front of the eddy current dynamometer for rated power output depending on the temperature rise Δt

9,5 Cooling water recooling plants

A distinction is made between two systems for cooling water recooling:

Single-circuit cooling system (see drawing LP6 931)

The dynamometer cooling water is cooled in an open cooling tower; then led into a collecting tank, pumped to the dynamometers and collected in a further collecting tank after passing the dynamometers; then it is led back to the cooling tower. Engine cooling can be connected to this system. The water is intensively exposed to air in the cooling tower and can cause damage within short periods of time in the piping system, in the engine and in the dynamometer if the following instructions are not observed:

The available fresh water must be conditioned.

Quality and quantity of contaminants and corrosive elements must be determined and the maximum content must be limited by suitable measures. The important data for evaluation of possible corrosiveness are listed in analysis form 4 LBV 5339 and can be determined by means of a water analysis in an institute located near the customer's works.

On the basis of these data the

Staatliche (State Materials
Materialprüfungsanstalt Testing Institute)
Abt. Korrosionsschutz
Grafenstraße 2
D-6100 Darmstadt

104 374 443

can evaluate the situation and propose remedial measures, if required.

Continuous evaporation and spraying in the cooling tower requires supply of conditioned fresh water. In order to avoid that the recommended data for circulation listed in specification 4 LBV 5279 are exceeded due to thickening, either a specific part of the circulating water should continuously flow off or the entire quantity must be renewed in time. The cooling water must be examined with respect to the contaminants within intervals depending on type and size of the system and on the operating conditions.

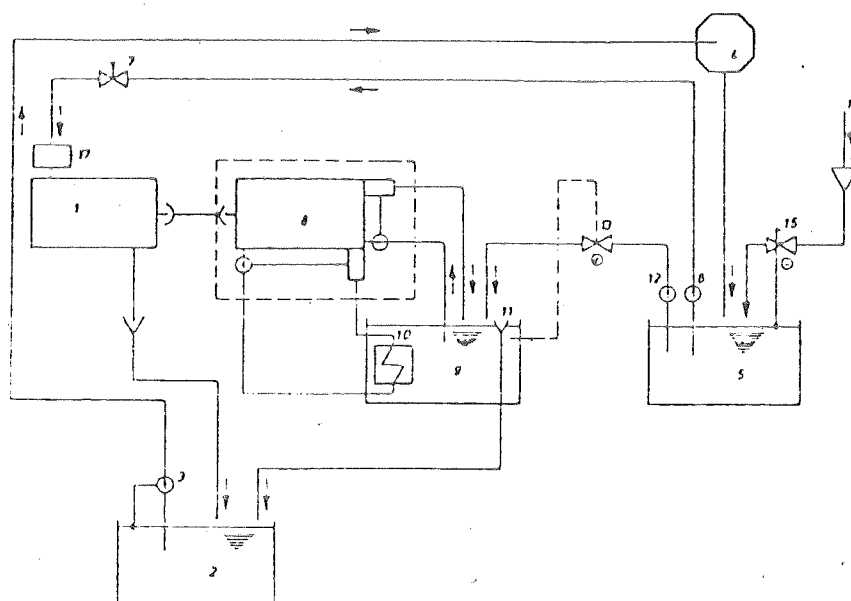
Eddy current dynamometers are magnetic devices, hence the cooling chambers will attract any magnetic particles which are suspended in the cooling water. Therefore, it is essential that a magnetic filter with strainer will be installed upstream of dynamometer.

Experience has shown that the "Polo" magnetic filter is well suited for this application. This filter is guaranteed to catch magnetic particles down to less than 1 μ m (micrometer) size without appreciable pressure drop.

Non magnetic particles over 0.6 mm size are caught in the strainer.

Single-circuit cooling system

Schematic drawing



- | | |
|--|--|
| 1 dynamometer | 10 oil cooler |
| 2 hot-water collecting tank | 11 overflow |
| 3 hot-water pump
(liquid level controlled) | 12 pump for engine cooling water |
| 4 cooling tower or evaporative
cooler | 13 thermostatic throttle valve with
temperature probe (opens when
temperature increases) |
| 5 cold-water collecting tank | 14 fresh-water conditioning unit |
| 6 cold-water pumps
(one for each test stand) | 15 shutoff valve with float control
(open when water level drops) |
| 7 shutoff valve | 16 fresh-water connection (mains) |
| 8 test engine with oil and water pump
as well as thermostatic valves for oil
and water circulation | 17 magnetic filter with strainer
(for eddy-current dynamometers) |
| 9 collecting tank for engine cooling
water | |

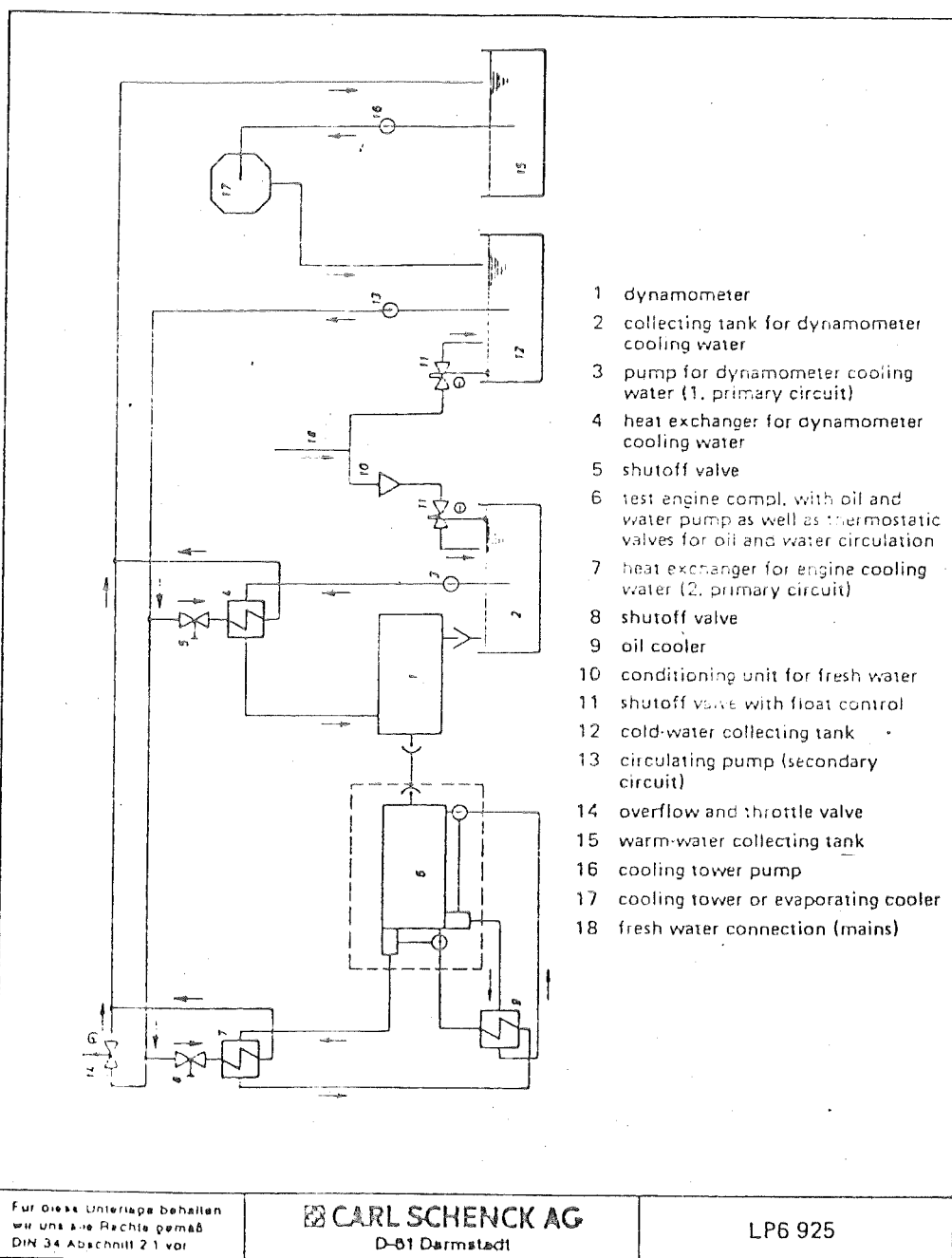
Für diese Unterlage behalten
wir uns alle Rechte gemäß
DIN 34 Abschnitt 2.1 vor

CARL SCHENCK AG
D-61 Darmstadt

LP6 931

Two-circuit cooling system

Schematic drawing



Für diese Unterlage behalten
wir uns alle Rechte gemäß
DIN 34 Abschnitt 2.1 vor

 **CARL SCHENCK AG**
D-61 Darmstadt

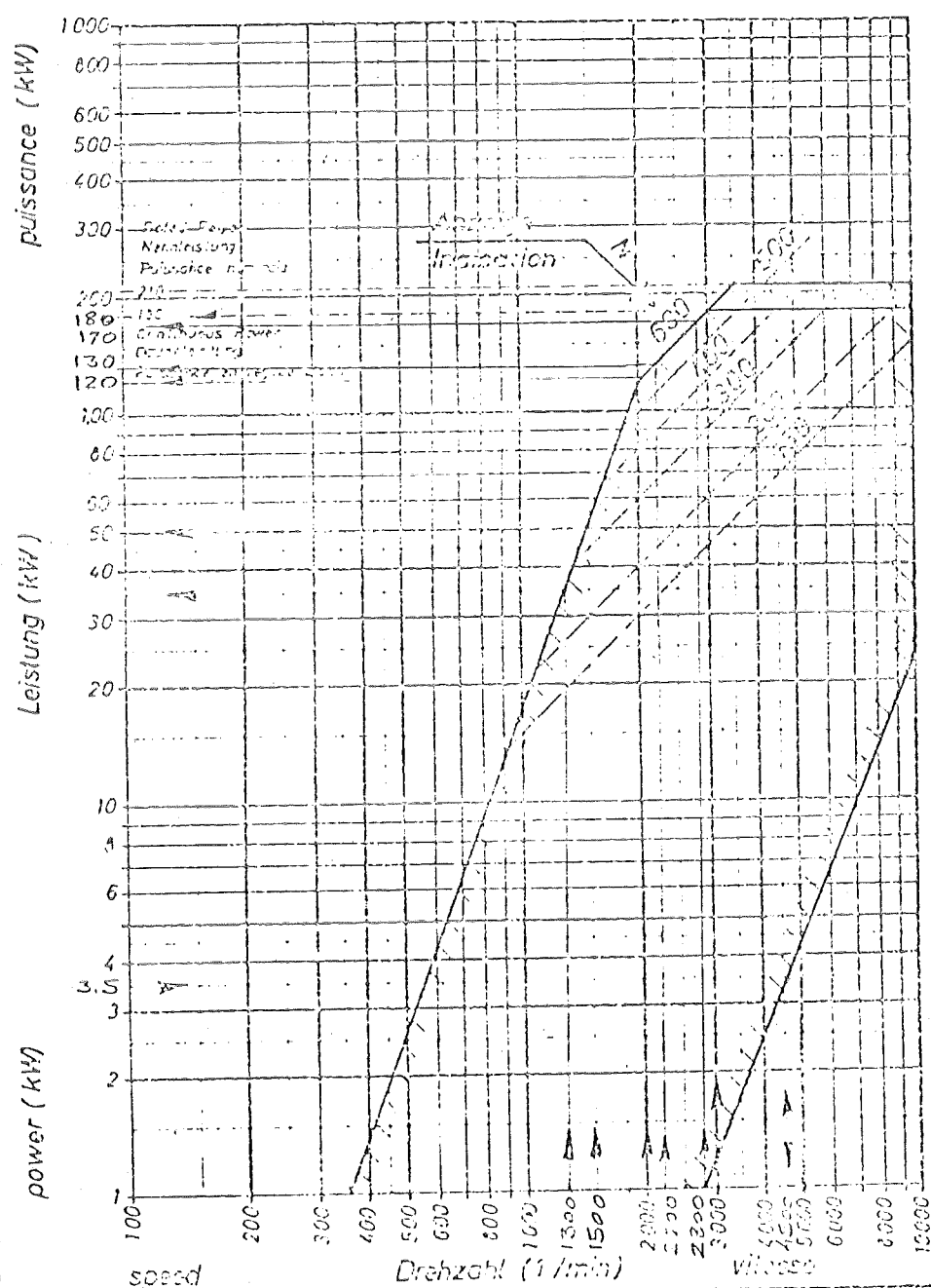
LP6 925



- General Parameter: how Generalized Knowledge is
- Regulatory Discretions: how Generalized Knowledge is
- Schumpeterian Discretions: how Generalized Knowledge is

Hydraulische Leistungsbremse D 210 - i

LP8 500



Für diese Unterzahl beträgt
die Leistung in kW 1000 W
bei 1000 U/min

BECKHOFF & CO
Leistungsbremse

100

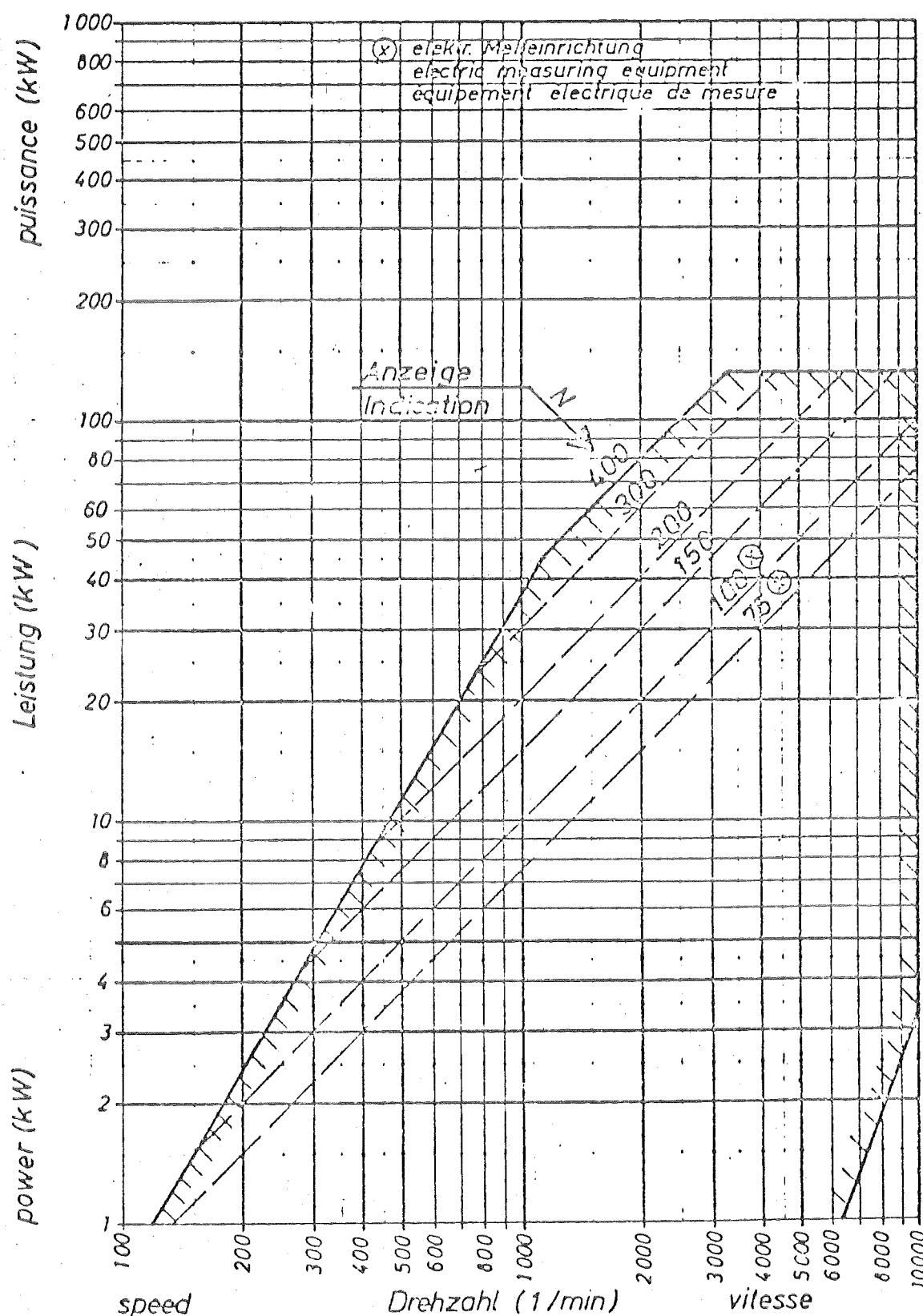
LP8 508



Eddy Current Dynamometer

W 130

LP7 030



Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte ohne schriftliche Zustimmung der Carl Schenck AG ist ausdrücklich untersagt.



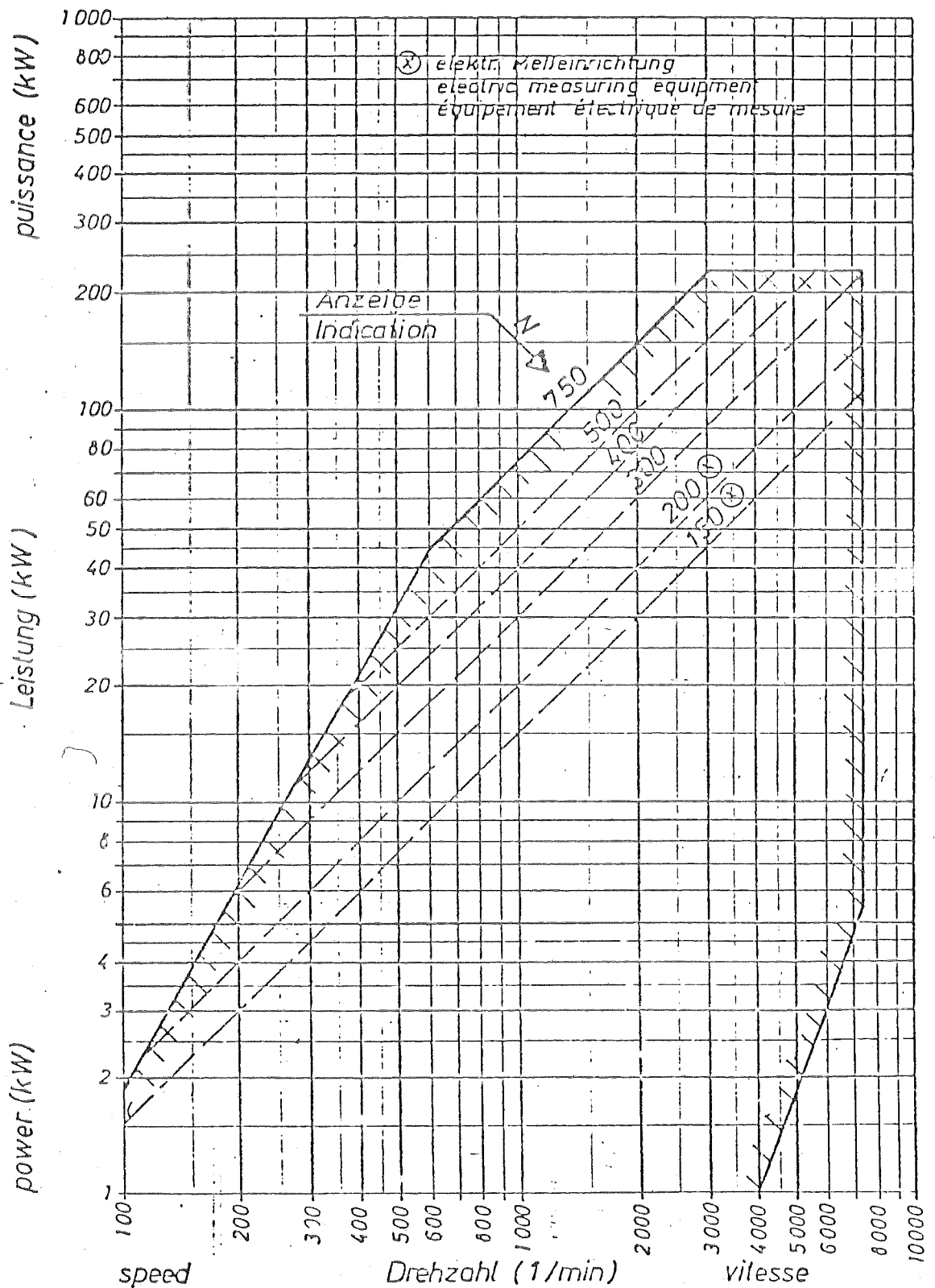
CARL SCHENCK AG
D-61 Darmstadt

D 3020

Nm/Vd 172.1

Wirbelstrombremse W 230

LP7 040



00	13.04	Datum
1.1.14	1.1.14	Name

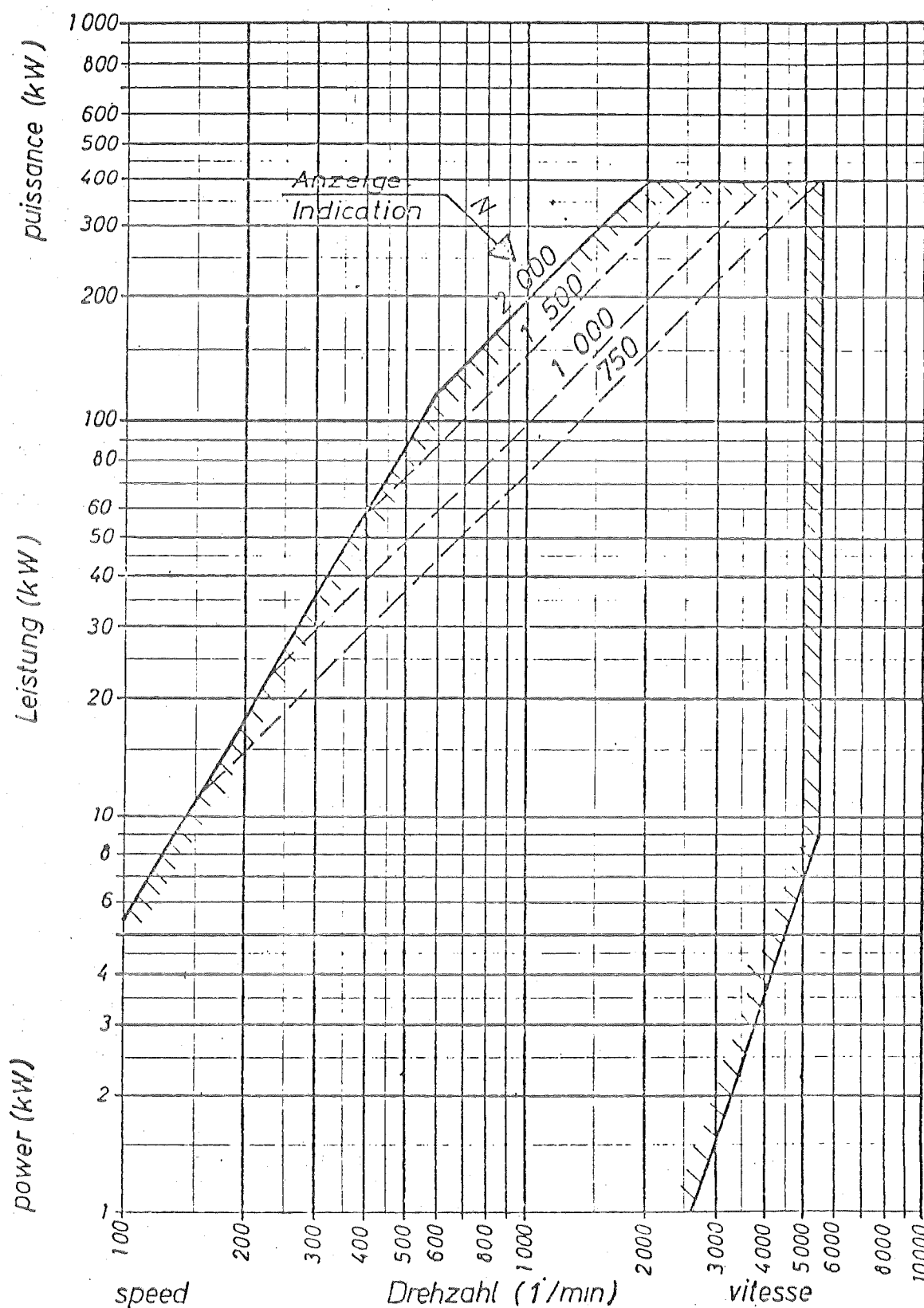
Die Probe ist in der Vorrichtung und
ist in der Mitte nicht gestört. Die
Messung ist in der Mitte nicht gestört.
und ist in der Mitte nicht gestört.



CARL SCHENCK AG
D-61 Darmstadt

D 4020

DINAMOMETRO DE CORRENTE FOUCAULT W 400



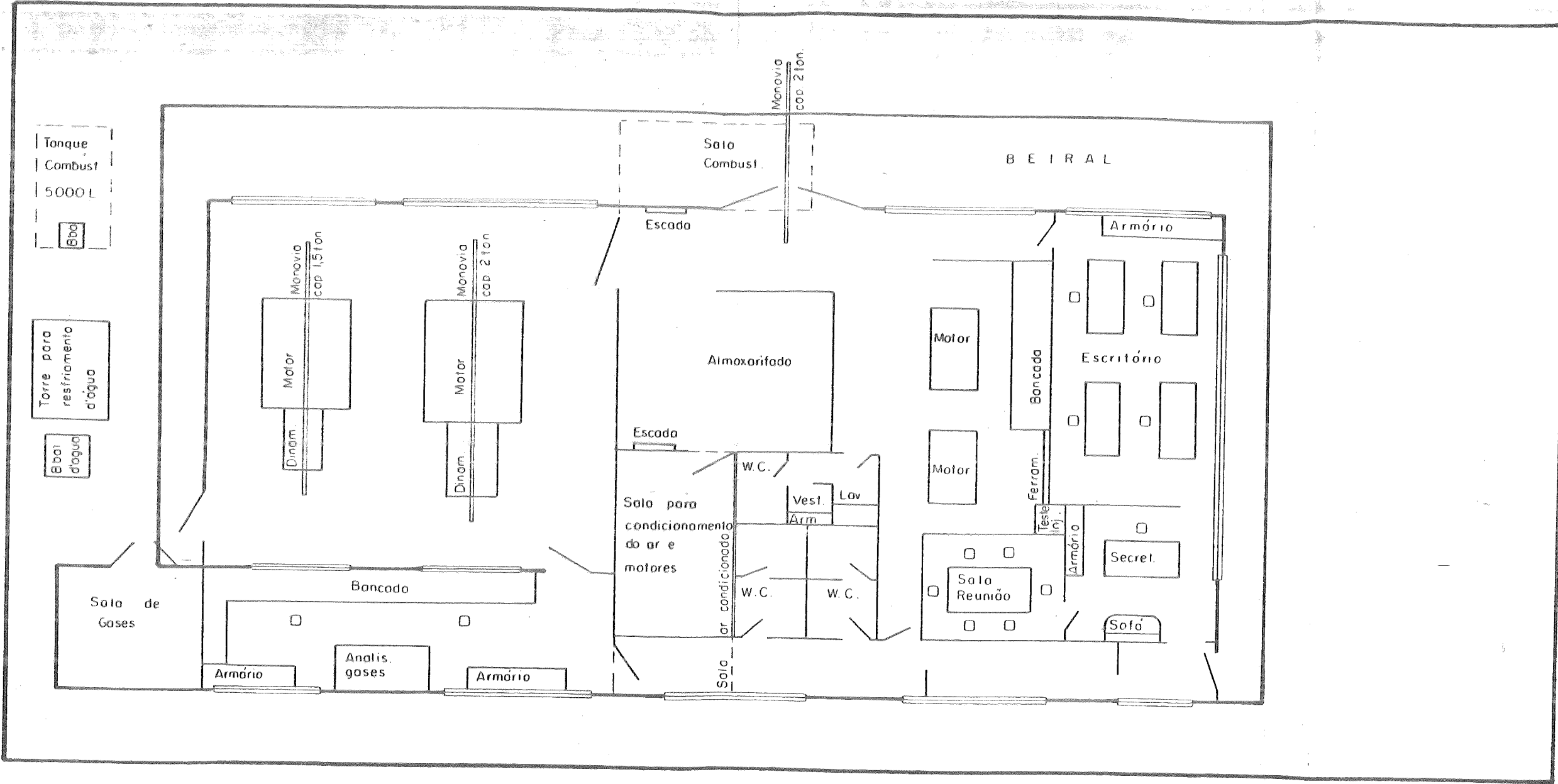
Reservamos o direito de mover ação legal em caso de reprodução ou transferência sem a autorização.



SCHLENCK DO BRASIL
IND. E COM. LTDA.

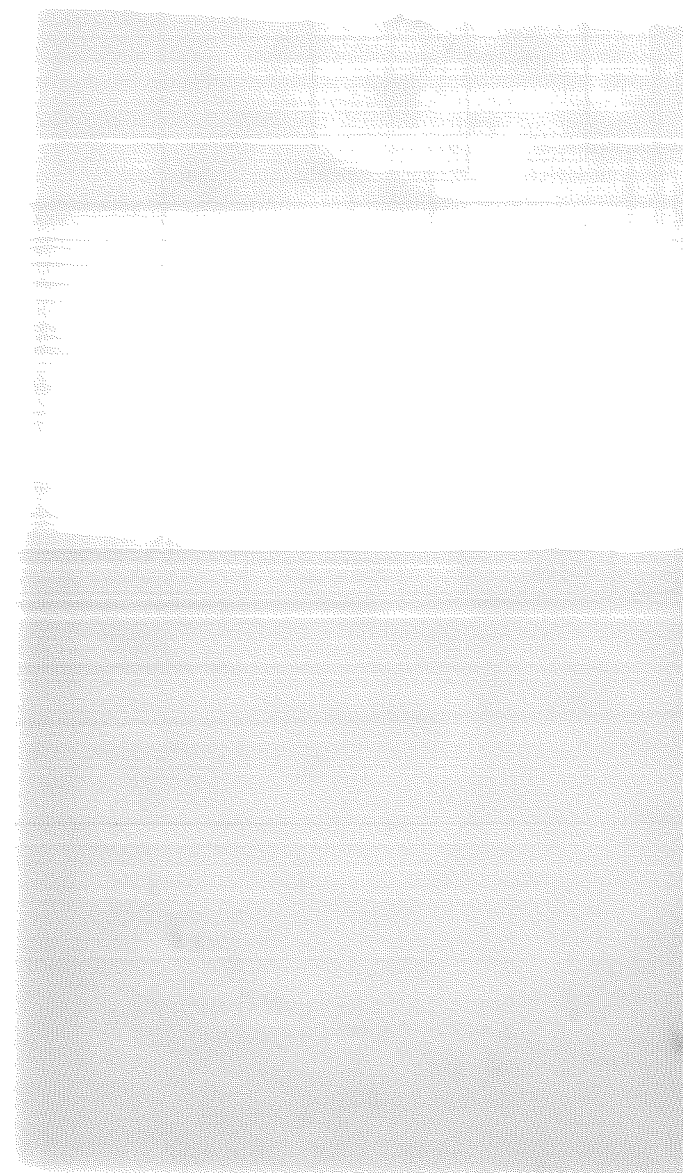
LP7 050

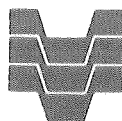
LAY OUT - LABORATÓRIO DE MOTORES



ESCALA 1:100

Data aquis.	19/6/87
Indic.	door GPAP
Livraria:	
Preço:	1,00
Data Tombo:	19/6/87





CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros
Fone: 210.1100 - Telex (011) 222-46-CTS - BR
CEP 05459 — São Paulo - SP — Brasil