



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

**OS
EQUIPAMENTOS
ELETRO
PERMANENTES
E A
MOVIMENTAÇÃO
SEGURA
DE
CARGAS
FERROSAS**

Alexandre Gomes Ronconi



INDICE

- 1- INTRODUÇÃO
- 2- TIPOS DE EQUIPAMENTOS
 - 2.1- EQUIPAMENTOS ELETROMAGNÉTICOS (eletroímãs)**
 - 2.2- EQUIPAMENTOS MAGNÉTICOS PERMANENTES (Levantadores magnéticos)**
 - 2.3- EQUIPAMENTOS ELETROPERMANENTES (EP)**
- 3- ÍMÃS PERMANENTES
 - 3.1- TIPOS DE ÍMÃS**
 - 3.1.1- ÍMÃS DE FERRITE**
 - 3.1.2- ÍMÃS DE ALNICO**
 - 3.1.3- IMÃS DE TERRAS RARAS**
 - 3.2- PRINCÍPIO DA INVERSÃO E ANULAMENTO DA MAGNETIZAÇÃO**
- 4- PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO
 - 4.1- ATIVAÇÃO DO SISTEMA**
 - 4.2- DESATIVAÇÃO DO SISTEMA**
- 5- VANTAGENS DOS EQUIPAMENTOS ELETROPERMANENTES
- 6- APLICAÇÕES
- 7- LIMITAÇÕES E CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES NA ESPECIFICAÇÃO
 - 7.1- FORÇA DE RETENÇÃO REAL X TEÓRICA**
 - 7.2- ENTREFERRO**
 - 7.3- TEMPERATURA**
- 8- ACESSÓRIOS E DISPOSITIVOS - SEGURANÇA ADICIONAL
 - 8.1- DISPOSITIVO DE DUPLA MAGNETIZAÇÃO**
 - 8.2- CONTROLE REMOTO**
 - 8.3- LÂMPADA DE SEGURANÇA**
 - 8.4- CÉLULA DE CARGA**
 - 8.5- CENTRALIZADOR**
 - 8.6- ENROLADOR DE CABO(DROMO)**



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

8.7- BALANÇAS

8.8- PÓLOS MAGNÉTICOS

8.8.1- SAPATAS MÓVEIS

8.9- OUTROS DISPOSITIVOS E ACESSÓRIOS

9- CONCLUSÕES

10- BIBLIOGRAFIA

1- INTRODUÇÃO

Na atividade de levantamento e transporte de materiais ferrosos, tornou-se indispensável a utilização de equipamentos magnéticos, não só pelos ganhos proporcionados pela rapidez de carga e descarga do material, mas também pela segurança da operação, economia de espaço e racionalização do transporte e armazenagem.

Estes “levantadores” magnéticos podem ser utilizados para o transporte dos mais diversos tipo de materiais, entre eles: bobinas, *billets*, chapas, esferas, feixes, peças acabadas, etc. Para cada condição de trabalho pode-se utilizar um tipo adequado de “levantador”, que proporcionará um serviço perfeito e um alto rendimento, com conseqüente redução de custos.

2- TIPOS DE EQUIPAMENTOS

Os equipamentos para levantamento de materiais ferrosos podem ser classificados em 3 categorias, quanto ao tipo de acionamento:

- a- eletromagnéticos(eletróimãs), incluindo-se aqui os eletróimãs a bateria;
- b- magnéticos permanentes;
- c- eletropermanentes (EP).

Abaixo encontra-se resumido o princípio básico de funcionamento, ou seja, o princípio pelo qual é gerado o campo magnético responsável pelo levantamento e transporte da carga, em cada tipo de equipamento.

2.1- Equipamentos Eletromagnéticos(eletróimãs):

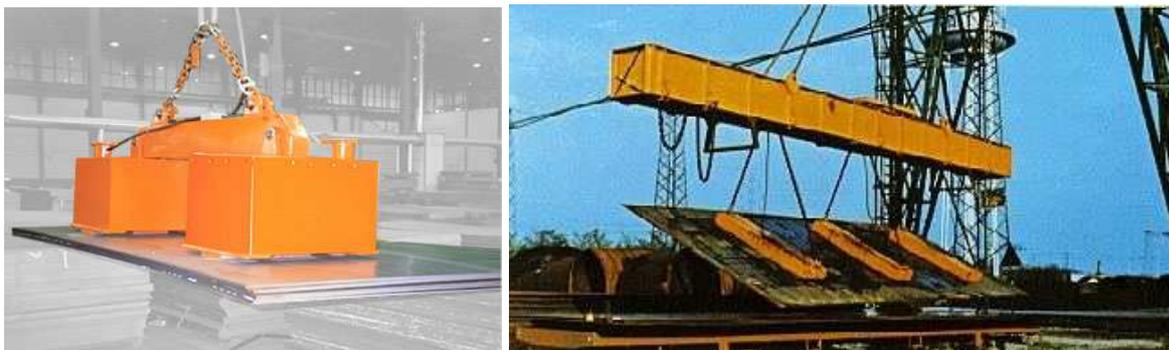


Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

Os eletroímãs, utilizados há várias décadas, são aqueles potentes e insubstituíveis equipamentos para a movimentação de certos produtos, como por exemplo sucata e outros materiais que possuam entreferos muito elevados(veja definição de entreferro abaixo).

São compostos por uma bobina elétrica, em cobre ou alumínio, dependendo da aplicação e porte do equipamento. O funcionamento dos eletroímãs requer uma fonte de energia externa, ou seja, são acionados por corrente elétrica, que excita uma bobina, gerando um campo magnético. Uma vez interrompida esta corrente, proposital ou acidentalmente, extingue-se o fluxo magnético, e a carga se solta.

Para se evitar esta perigosa situação, pode-se, alternativamente, utilizar-se um sistema *no-break*, composto por um painel e um banco de baterias, diga-se de passagem, de cara e delicada manutenção, além de não proporcionar a segurança desejável à operação, visto que a manutenção do sistema muitas vezes é negligenciada. Além disso o *no-break* não evita queima da bobina.



Legenda: Eletropermanentes diversos em barras de carga

2.2- Equipamentos Magnéticos Permanentes(Levantadores Magnéticos)



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

São acionados manualmente, através de alavanca. O campo magnético é gerado a partir da energia intrínseca dos ímãs permanentes dos quais são construídos. Movimentando-se a alavanca de acionamento, consegue-se 2 diferentes situações:

1ª o fluxo magnético se fecha no interior do levantador (fase de descanso);

2ª o fluxo magnético se fecha através da peça (fase de trabalho). Neste caso a peça é atraída pelo campo magnético gerado, podendo ser seguramente transportada.

Têm a vantagem portanto de não dependerem de nenhuma fonte de energia externa para operarem. Uma vez levantada a carga esta não mais se desprende por falta de energia, corte de cabos, etc. Desta forma podem ser utilizados continuamente e por tempo indefinido.

São utilizados geralmente para peças de pequeno porte(até 3.000 Kg) e com superfície relativamente regular, tais como: chapas, blocos, peças planas, etc.



Legenda: Levantador Magnético Permanente

2.3- Equipamentos Eletropermanentes(EP)

São uma “combinação” dos equipamentos magnéticos e eletromagnéticos, acima descritos. Possuem as vantagens do último, sem as desvantagens do primeiro.

Lembre-se:



Equipamento Eletropermanente = Eletromagnético + Magnético Permanente

Os equipamentos eletropermanentes também utilizam a energia intrínseca dos ímãs permanentes: ao invés de serem ativados e desativados mecanicamente, são submetidos a um surto ou pico de tensão (=impulso elétrico), gerado por uma bobina similar àquela dos eletroímãs. Fornecem toda a sua força por um período de tempo ilimitado: o levantamento e transporte da carga é completamente independente de qualquer fonte de energia externa, oferecendo portanto, máxima segurança durante a fase de utilização. Deste assunto trataremos mais detalhadamente. Antes porém, algumas considerações a respeito de ímãs são necessárias. É justamente o que veremos no item 3.

Equipamentos Eletropermanentes = SEGURANÇA TOTAL

3- ÍMÃS PERMANENTES

3.1- Tipos de ímãs

Com a intenção de simplificar a explicação, visto que este estudo não tem a finalidade principal de se aprofundar no assunto “ímãs”, podemos dividir os ímãs permanentes em 3 tipos principais:

- ímãs de ferrite;
- ímãs de alnico;
- ímãs de terras raras.

3.1.1- Ímãs de ferrite

Tornaram-se comercialmente viáveis a partir da década de 50. São os ímãs mais comuns, principalmente pelo relativo baixo custo. São produzidos por “metalurgia do pó”, sendo compostos de óxido de ferro, bário e/ou carbonato de estrôncio.

3.1.2- Ímãs de alnico



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

Foram os primeiros ímãs a serem desenvolvidos, tornando-se comercialmente disponíveis já a partir de 1900. O método mais comum de produção é a fundição embora através de metalurgia do pó e sinterização, se consiga peças menores ou com formatos geométricos mais complicados. Possuem pouca resistência à desmagnetização, ou seja, podem ser facilmente desmagnetizados, o que no caso dos equipamentos eletropermanentes é uma vantagem, como veremos mais adiante.

Possuem ainda outras características peculiares: alta resistência à corrosão, baixa perda de fluxo magnético quando aquecidos, principalmente quando comparados a outros ímãs.

3.1.3- Ímãs de terras raras

As primeiras ligas foram descobertas em 1960. O nome provém do fato de um de seus elementos ser o Lantanídeo (Terra Rara da tabela periódica). São os ímãs mais fortes. Os ímãs “de terras raras” mais conhecidos são os de Neodímio (Neodímio-Ferro-Boro) e os de Samário-Cobalto.

3.2- Princípio da inversão e anulamento da magnetização

Já faz algum tempo que se conhece o princípio da inversão e anulamento da magnetização, para eliminar um campo magnético externo, mediante uma “intervenção” elétrica. É justamente este princípio básico, que viabiliza a existência de equipamentos eletropermanentes. Através da magnetização e desmagnetização – controlada - de um conjunto de ímãs de Alnico, utilizando-se de impulsos elétricos de curta duração (centésimos de segundo), consegue-se criar um fluxo magnético de grande intensidade, que é responsável pela atração da peça que se deseja transportar. Aprofundemo-nos um pouco neste assunto, que apesar de teórico, elucida por completo o funcionamento dos equipamentos eletropermanentes.

4- PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Na figura 1 encontra-se um simples circuito magnético, para que se possa facilmente compreender o princípio de funcionamento dos equipamentos eletropermanentes.

Ao grupo de ímãs de ferrite Sr (2) ditos não inversíveis, é acoplado um grupo de ímãs de Alnico V (3), ditos inversíveis, estes últimos circundados por uma bobina (5).

4.1- Ativação do sistema



Para se ativar o sistema (leia-se aqui, ligar o equipamento), fornece-se um breve impulso de corrente em intensidade oportuna, que magnetiza o grupo inversível de ímãs (3), no mesmo sentido da magnetização do grupo de ímãs não inversíveis (2).

Nesta nova situação, ambos os grupos (2 e 3) trabalham em paralelo: o fluxo total passa através das expansões polares (1), fechando-se na carga (4), que dessa forma é atraída.

4.2- Desativação do sistema

Para se desativar o sistema (leia-se soltar a peça), submete-se a bobina a um impulso de corrente de sentido contrário ao precedente e os dois grupos de ímãs passam a trabalhar em série, anulando-se mutuamente. O fluxo magnético de um grupo, passando através das expansões(1) se fecha “sobre” o outro grupo, no interior do equipamento, liberando desta forma a carga.

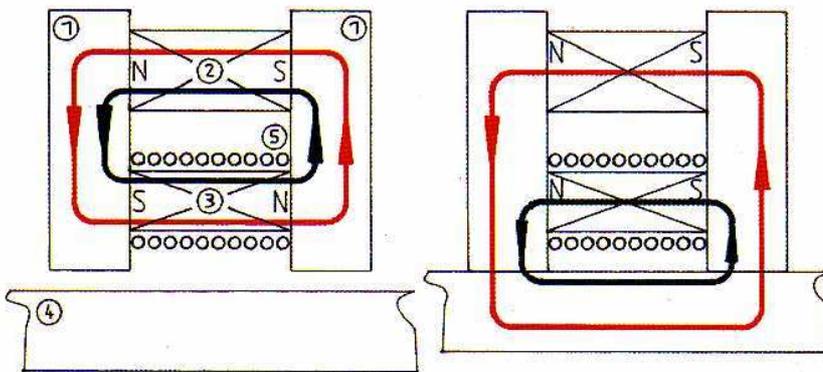


Figura 1: Representação esquemática de um circuito eletropermanente elementar. Na figura da esquerda os 2 conjuntos de ímãs estão com seus campos em curto-circuito. Na figura da direita, após a magnetização dos ímãs de Alnico com o mesmo sentido que os de ferrite, passa-se para à fase de operação.

Legenda (Desenho extraído do catálogo SGM):

- 1- Pólos ou expansões polares;
- 2- Ímãs não inversíveis (ou estáticos) de ferrite;



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

- 3- Ímãs inversíveis de Alnico;
- 4- Carga ferrosa;
- 5- Solenóide(ou bobina) elétrica.

Resumindo.....

O funcionamento dos equipamentos eletropermanentes é baseado em 2 tipos diferentes de ímãs permanentes. Um de ferrite (estático ou não inversível) e o outro de Alnico (inversível). Os dois ímãs, ou conjunto de ímãs, estão dispostos de tal forma que possam combinar sua força magnética através da carga, atraíndo-a (fase de operação) ou, “curto-circuitando” suas forças magnéticas no interior do equipamento, soltando a carga (fase de descanso).

* Posição *OFF* - desligado - os 2 fluxos se contrapõe anulando o resultado:

Alnicos trabalham em série com as Ferrites, fechando o circuito através das expansões, no interior do equipamento: força de atração = 0;



através de um impulso de tensão.....



* Posição *ON* - ligado - soma dos 2 fluxos magnéticos:

Alnicos trabalham em paralelo com as Ferrites e o fluxo magnético se fecha através da peça atraiendo-a.



através de um outro impulso de tensão.....



* Posição *OFF* - desligado:

.....e assim sucessivamente.....

5- VANTAGENS DOS EQUIPAMENTOS ELETROPERMANENTES

Pelo fato de o impulso de tensão ser muito rápido, praticamente instantâneo, pode-se enumerar como vantagens imediatas deste fato a economia de energia e o não aquecimento por si só



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

do sistema, ao contrário dos eletroímãs que, por necessitarem permanentemente de uma fonte de energia elétrica, aquecem-se, perdendo rendimento após um certo período de uso, quando estão aquecidos.

Uma outra vantagem imediata, e certamente a principal, é o fato de que por não dependerem de alimentação elétrica para funcionarem, não soltam a peça caso haja corte no fornecimento de energia da rede ou quebra do cabo alimentação. Garantem assim TOTAL segurança à operação.

Além disso por dispensarem sistemas *no-break* com baterias, não necessitam de manutenção e não são agressivos ao meio ambiente.

EQUIPAMENTOS ELETROPERMANENTES



Uma vez acionados, não dependem de alimentação elétrica externa



Não soltam a carga se houver corte acidental de energia



SEGURANÇA TOTAL À OPERAÇÃO, PARA HOMENS E MEIO,

ECONOMIA DE ENERGIA,

NÃO HÁ PERDA DE RENDIMENTO;

NÃO NECESSITAM DE MANUTENÇÃO;

NÃO SÃO AGRESSIVOS AO MEIO AMBIENTE!!!

6- APLICAÇÕES

Podem ser utilizados para o levantamento de *billets*, chapas, tarugos, feixes, peças, moldes, bobinas de aço (dispostas com seu eixo principal na vertical ou horizontal), etc. (e também para a



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

fixação de peças em máquinas operatrizes, quando substituem as placas eletromagnéticas ou magnéticas). Dependendo da aplicação e do tipo de carga a ser transportada ocorrem variações no formato das expansões polares.

As expansões polares podem ser planas (para o levantamento de chapas e *billets* por exemplo), inclinadas (corpos ou peças poligonais ou redondas) ou móveis quando a carga é constituída de *billets* que apresentem empenamento considerável (> 20mm).

Não são utilizados para sucata ou outros materiais que possuam um entreferro muito elevado.

7- LIMITAÇÕES E CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES NA ESPECIFICAÇÃO

7.1- Força de retenção real x teórica

“A força de atração de dado equipamento é estabelecida de acordo com a norma VDE0580 (art.14b). Por definição, a força de atração F_s , é aquela necessária para destacar do “ímã” um corpo de prova definido, considerando-se ininterrupta a superfície de atração.....” (ver *MOVIMENTAZIONE SICURA I SOLLEVATORI ELETROPERMANENTI* de Mario Turelli).

Não nos aprofundaremos neste assunto específico a fim de não tornar este estudo demasiadamente complicado, mesmo porque a idéia de redigi-lo, surgiu da necessidade de esclarecer dúvidas gerais, daqueles engenheiros e técnicos responsáveis pela especificação e utilização dos equipamentos de levantamento.

Simplificando: A força real de retenção de dada carga ferrosa(F_{ps}) é inferior à força de atração teórica F_s daquele equipamento, sendo esta “redução” devida a fatores particulares: espessura da carga, temperatura da carga, entreferro, estado da superfície, fator dinâmico dependente da velocidade de levantamento e de vibrações e/ou oscilações da carga, aquecimento do equipamento e por fim, coeficiente de segurança.

A força real de retenção/atração da carga F_{ps} é portanto bastante inferior à força teórica.

$$F_{ps} = F_s \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times 1/f_d \times 1/f_s$$

Onde:



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

⇒ F_{ps} : força real de atração/retenção da carga ferrosa...

⇒ F_s : força teórica de retenção...

sendo os seguintes os fatores de redução (< ou = 1):

⇒ f_1 : fator de redução devido ao entreferro (ou *airgap*)

⇒ f_2 : fator de redução devido à espessura da carga

⇒ f_3 : fator de redução devido ao aquecimento do equipamento. Neste caso = 1.

⇒ f_4 : fator de redução devido à temperatura da carga

⇒ $1/f_d$: fator de redução devido ao coeficiente dinâmico

⇒ $1/f_s$: fator de redução devido ao coeficiente de segurança

$$F_{ps} < F_s$$

Abaixo discutiremos a influência do *gap* e temperatura na força de retenção da carga, que são os mais importantes e críticos. De qualquer forma, no momento da especificação, é necessário possuir outros dados, tais como: aceleração de subida da ponte, aceleração do movimento de translação horizontal e espessura máxima e mínima da carga.

7.2- Entreferro, *airgap* ou simplesmente *gap*

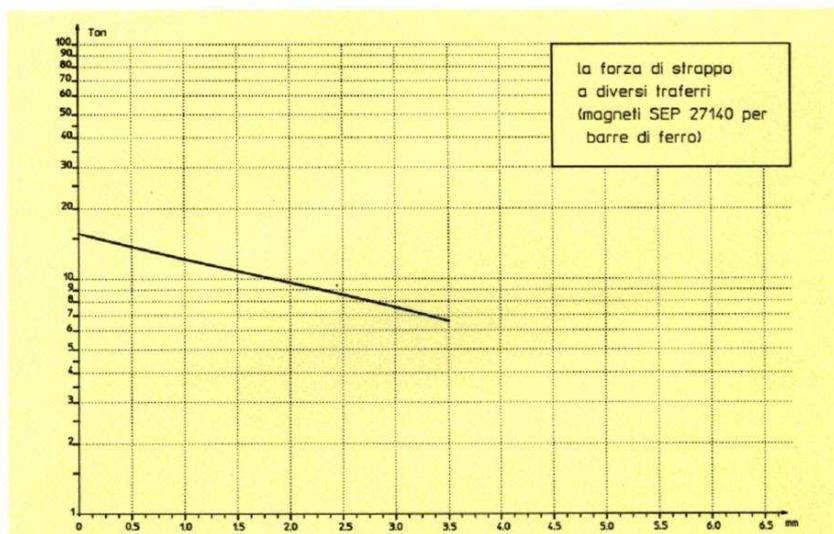
O valor de indução magnética e conseqüentemente da força de atração, será máximo quando o contato carga/equipamento for perfeito, ou seja, quando não existir nenhum outro meio isolante (de fluxo magnético), tais como o ar, entre ambos. Esta, portanto, é uma situação irreal em termos práticos. Na realidade existem sempre os entreferros que reduzem a capacidade efetiva de levantamento.



Teoria: Entreferro ou *Airgap* = distância **entre a superfície de trabalho do equipamento (expansão polar) e a parte com a qual o mesmo está interagindo (no caso a peça a ser içada) ou, “ uma descontinuidade não magnética num circuito ferromagnético”.**

Na prática entreferro ou *airgap* é justamente a espessura da camada de ar que existe entre a expansão polar (ou simplesmente pólo quando este for plano) e o material a ser transportado. Pelo fato de o entreferro sempre existir nos casos reais e levando-se em conta que é um fator de grande influência na operação, como veremos mais adiante, deve-se SEMPRE medi-lo e considerá-lo na especificação de equipamentos de levantamento.

A fim de quantificar a variação da força de retenção em função do *gap* existente entre a carga e o equipamento, tomamos como exemplo a curva abaixo, relativa a um caso real. É importante notar que o eixo vertical tem escala logarítmica. Para um pequeno aumento do entreferro há uma grande queda na capacidade de atração. Isto porque o ar possui uma permeabilidade magnética muito baixa, absorvendo uma parcela considerável da indução gerada pelo equipamento.





Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

Figura 2: Força específica de um equipamento eletropermanente em função do *airgap* ou entreferro.

Legenda (Gráfico extraído do estudo *Movimentazione sicura: i sollevatori eletropermanenti* de Mario Turelli). A tabela abaixo refere-se à figura 2.

↓

Entreferro (mm)	Capacidade de levantamento (Kg)
0,0	15.000
1,0	12.500
2,0	9.500
3,0	7.500

A curva abaixo (Figura 3), agora com o eixo vertical em escala linear, evidencia a influência da camada de ar, na força da atração gerada por dado equipamento(caso real). Para um “*airgap* = 0”(superfície perfeitamente regular ou plana) a capacidade de levantamento é de 6.500 Kg. Para um *airgap* de 5mm, 2.800 Kg aproximadamente. Quando se atinge 10mm a capacidade de atração já caiu a quase um sexto da inicial.

$$Fps(p/ \text{ um gap } 0\text{mm}) \cong 6 \times Fps(p/ \text{ um gap de } 10\text{mm})$$

Ou

$$Fps(p/ \text{ um gap } 10\text{mm}) \cong 1/6 Fps(p/ \text{ um gap de } 0\text{mm})$$

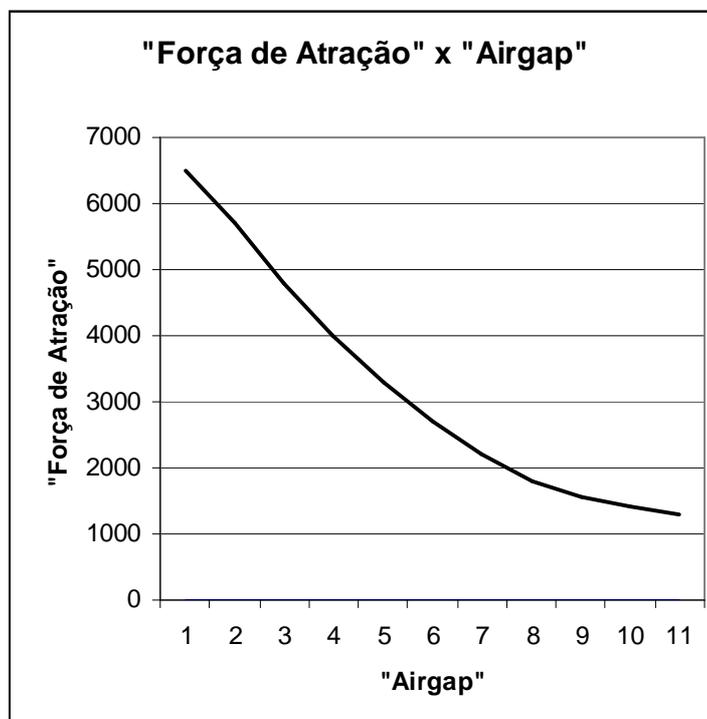


Figura 3: **Força específica de um equipamento eletropermanente em função do *airgap* ou entreferro. É importante notar que a queda é exponencial. Pequenas variações no *airgap*, levam a grandes variações na força de atração real.**

Fica clara aqui a importância da correta medição do entreferro, no momento em que se especifica um equipamento eletropermanente. Na verdade a existência de ar, entre o equipamento e a carga é também crítica no caso de equipamentos eletromagnéticos. Porém, para o caso dos eletropermanentes esta variável é mais influente em função da menor “profundidade de campo” gerado no equipamento eletropermanente. Eis aqui uma situação onde um equipamento eletromagnético poderia vir a funcionar de maneira mais eficiente, principalmente quando existem limitações para o peso do equipamento.



O efeito da temperatura da carga, na força de atração é também bastante acentuado. Trata-se na verdade de um fenômeno bem notado: a magnetização do ferro e consequentemente a capacidade de retenção reduz-se com o aumento da temperatura.

A curva abaixo, mostra esta variação. Notar que a escala aqui também é logarítmica. A curva “A” representa a variação da indução no ferro em função da temperatura, expressa em percentual e com relação a seu valor a temperatura normal. A curva B representa a variação da força de retenção/atração também com a temperatura. Nota-se pois, que a partir de 600°C a indução se reduz praticamente a zero. Poderíamos nos estender no assunto, mas novamente estaríamos nos desviando da idéia inicial de tornar este estudo o mais didático possível.

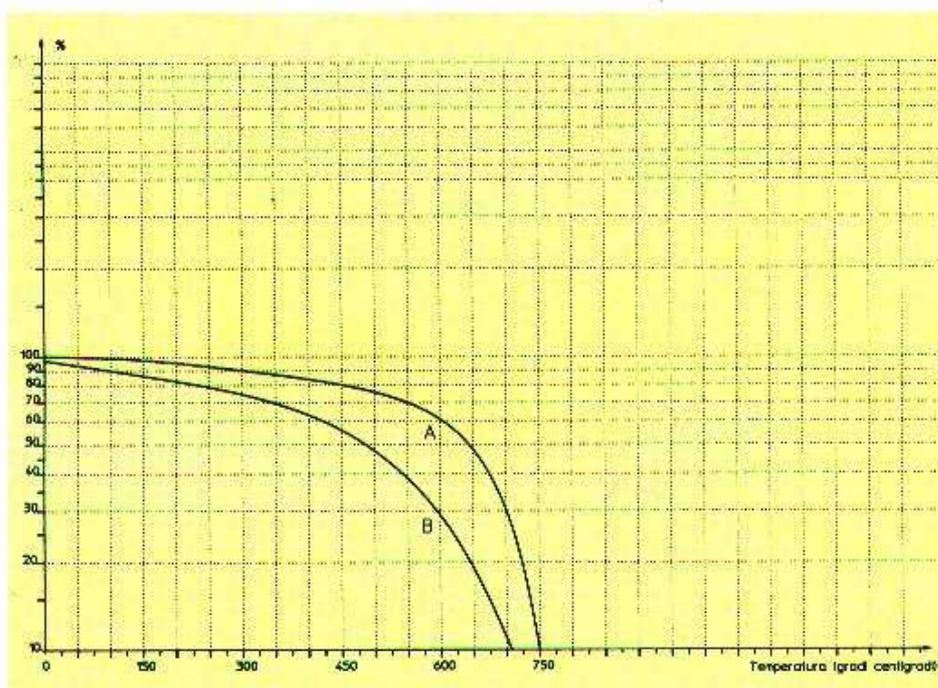


Figura 4: Variação percentual da magnetização(A) e, consequentemente da capacidade de levantamento (B), em função da temperatura da carga.

Legenda(Gráfico extraído do estudo *Movimentazione sicura: i sollevatori eletropermanenti* de Mario Turelli).



8- ACESSÓRIOS - SEGURANÇA ADICIONAL

A fim de tornar a operação ainda mais segura, muitos acessórios estão disponíveis, alguns muitas vezes já incluídos nas cotações. Os painéis são sempre eletrônicos.

8.1- Dispositivo de dupla magnetização.

Este dispositivo permite que o operador acione o equipamento, inicialmente com 75% de sua capacidade total. Após isto, levanta-se a carga alguns centímetros. Havendo êxito, aciona-se 100% da capacidade.

8.2- Controle remoto

Facilita a operação. É composto geralmente de 4 canais (botões) atendendo norma européia de segurança, sendo as seguintes as finalidades de cada um dos 4 botões:

1° Magnetização 100%

2° Desmagnetização

3° Desmagnetização. Por segurança deve-se acionar 2 botões para liberar a carga!

4° Magnetização 75%

8.3- Lâmpada de segurança

Indica se houve correta magnetização do equipamento.

8.4- Célula de carga

Anula o comando “desmagnetizar” caso as correntes de içamento estejam tensionadas, impedindo que a carga se solte mesmo que o botão “desmagnetizar” seja apertado, acidental ou propositalmente.



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

8.5- Centralizador

Para o caso de levantamento de bobinas “com eixo” na vertical, este dispositivo permite ao operador da ponte centrar o equipamento sobre núcleo da bobina.

8.6- Enrolador de cabo(dromo)

Garante a correta alimentação elétrica do equipamento. Veja figura 5.



Figura 5: **Enrolador de cabos (desenho esquemático e foto enrolador Hannay Reels).**

8.7- Balanças (ou dinamômetros)

Com capacidades que variam de 300Kg a 25 toneladas, permitem que a carga seja pesada no momento em que está sendo transportada pelos eletroímãs.



8.8- Pólos magnéticos

Conforme já mencionado, os levantadores eletropermanentes podem ser estruturados da mesma forma que os eletromagnéticos e com estes comparados. A título de exemplo, na figura 6 estão representados alguns tipos de estruturas eletromagnéticas que também podem ser reproduzidas nos equipamentos eletropermanentes:

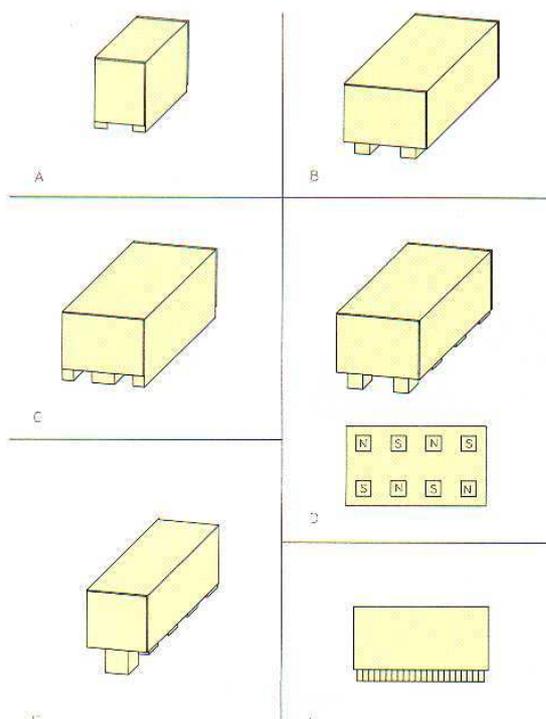




Figura 6: Estruturas eletromagnéticas reproduzíveis nos eletropermanentes.

Legenda(Figura extraída do estudo *Movimentazione sicura: i sollevatori eletropermanenti* de Mario Turelli).

ESTRUTURAS:

- 1- Longitudinal bipolar(2 primeiros desenhos);
- 2- Longitudinal tripolar;
- 3- Multipolar “dispersa”;
- 4- Com vários pólos;
- 5- Com pólos móveis. Ver item 8.7.1.

8.8.1- Sapatas móveis

Em alguns casos quando o *airgap* é muito elevado, as sapatas polares podem ser móveis, como por exemplo quando se deseja transportar *billets* empenados, onde o *airgap* pode chegar a 20mm.

8.9- Outros dispositivos e acessórios

Dependendo das necessidades específicas de cada cliente, outros acessórios são fornecidos.

9- CONCLUSÕES

A peculiaridade dos levantadores (equipamentos) eletropermanentes é a máxima segurança sem nenhum consumo de energia durante a operação. Agregam as vantagens dos equipamentos magnéticos (segurança + autonomia) e as vantagens dos eletromagnéticos (potência e relativa profundidade de campo). Além disso anulam as desvantagens relativas de cada um, quais sejam, o comando manual dos equipamentos magnéticos e o consumo de energia e o perigo de que a carga se solte num eventual corte de energia ou rompimento do cabo dos equipamentos eletromagnéticos.

A força magnética para o levantamento da carga é conseguida através da utilização da energia intrínseca (contida) nos ímãs permanentes dos quais são construídos, sem nenhuma interferência



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

externa (após a magnetização). A intervenção externa, para magnetização e desmagnetização, é de natureza elétrica e é efetuada mediante um impulso de corrente que dura somente alguns segundos.

Como consequência do que acima expusemos, advém algumas enormes vantagens:

- **Baixo consumo** de energia com custo praticamente nulo;
- **Comando a distância**;
 - Permite a utilização de **dispositivos de segurança**: células de carga, dupla magnetização e outros;
- **Dispensam** o uso de *no-breaks*;
- **Não agriem** ao meio ambiente;
- Quase total **ausência de manutenção**;
- **Absoluta segurança** da operação para: homens, meio, equipamentos e produtos transportados;
- **Rendimento constante** = excelente *performance*: não há perdas com aquecimento interno das bobinas;
- **Excelente rendimento mesmo para entreferos consideráveis**, visto que permitem a utilização de pólos móveis, etc.

10- BIBLIOGRAFIA

[1] Turelli, Mario, “*Movimentazione sicura: i sollevatori elettopermanenti*”;

[2] Magnet, Sales and Manufacturing INC., catálogo geral;

[3] Crucible Magnetics Division, “*Technical Bulletin No. 10M676*”;

[4] Parker, Rollin J./ Studders, Robert J./ Magnetic Material Section - General Electric Company, “*Permanent Magnets and their Application*”;



Ital Produtos Industriais Ltda – Tel: (11) 4148 2518 - FAX: (11) 4703 5501 – E-mail: ital@italpro.com.br

[5] Stackpole Carbon Company, catálogo geral;

[6] Magnet Applications Ltd., catálogo geral;

Alexandre Gomes Ronconi

Engº Metalurgista

Universidade de São Paulo - 1992

Estudo concluído em Julho de 1996 e revisado em Junho de 2002