

# Sensores Indutivos



200129500 – Hudson Legnar Lima  
hudsonlegnar@gmail.com



**Resumo** – Esta apresentação tem como objetivo fazer um apanhado geral sobre “Sensores Indutivos”. Os sensores indutivos foram desenvolvidos para atender as necessidades dos sistemas modernos de produção, onde é necessário conciliar altas velocidades e elevada confiabilidade. Existem vários tipos e modelos de sensores que variam conforme o objeto alvo de sensoriamento. Os sensores substituem freqüentemente as chaves fim de curso com inúmeras vantagens.

## I. O QUE SÃO SENSORES INDUTIVOS?

São componentes eletrônicos capazes de detectar a aproximação de um objeto sem a necessidade de contato físico entre sensor e o acionador, sendo assim, aumentando a vida útil do sensor por não possuir peças móveis sujeitas a desgastes mecânicos. Eles também não necessitam de energia mecânica para operar e são imunes a vibração e choques mecânicos. Graças à elevada resistência dos componentes de alta tecnologia utilizados em seu circuito eletrônico, os sensores são particularmente capazes de operar em condições severas de trabalho, como a presença de lubrificantes, óleos, imersos na água, etc. Têm largas aplicações em máquinas operatrizes, injetoras de plástico, indústria cerâmica, máquinas de embalagens, indústria automobilística, etc.

A sua principal aplicação é a detecção de objetos metálicos, pois o campo emitido é eletromagnético.

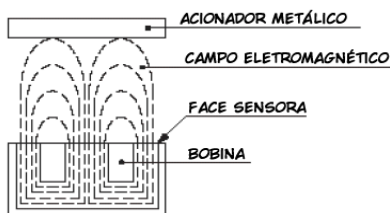


Fig. 01 – Campo eletromagnético gerado.

## II. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

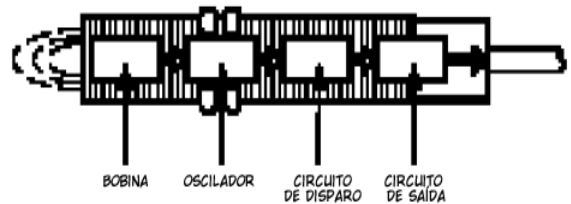


Fig. 02 – Sensor

O sensor consiste de uma bobina em um núcleo de ferrite, um oscilador, um detector de nível de sinais de disparo e um circuito de saída.

O sensor indutivo trabalha pelo princípio da indução eletromagnética. Funciona de maneira similar aos enrolamentos primários e secundários de um transformador. O sensor tem um oscilador e uma bobina; juntos produzem um campo magnético fraco. Quando um objeto entra no campo, pequenas correntes são induzidas na superfície do objeto. Por causa da interferência com o campo magnético, energia é extraída do circuito oscilador do sensor, diminuindo a amplitude da oscilação e causando uma queda de tensão (voltagem). O circuito de detecção do sensor percebe a queda de tensão do circuito do oscilador e responde mudando o estado do sensor.

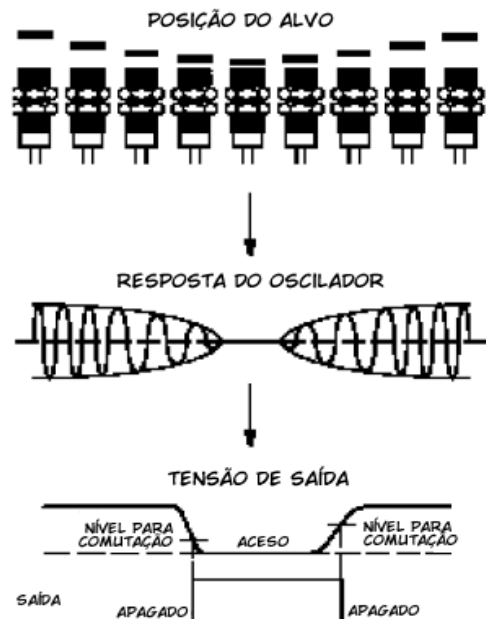


Fig. 03 – Alvo se aproximando do sensor

Um alvo de metal ao se aproximar de um sensor de proximidade indutivo (acima) absorve a energia gerada pelo oscilador. Quando o alvo está muito próximo da faixa, o fluxo de energia interrompe o oscilador e altera o estado da saída.

### II.I. BLINDAGEM

A fabricação blindada inclui uma banda de metal que reveste o núcleo de ferrite e o sistema da bobina. Os sensores não-blindados não possuem esta banda de metal.

Os sensores blindados permitem que o campo eletromagnético fique concentrado na superfície frontal do sensor.

Como pode ser observado na Figura 04, abaixo, o sensor não-blindado consegue um alcance maior.

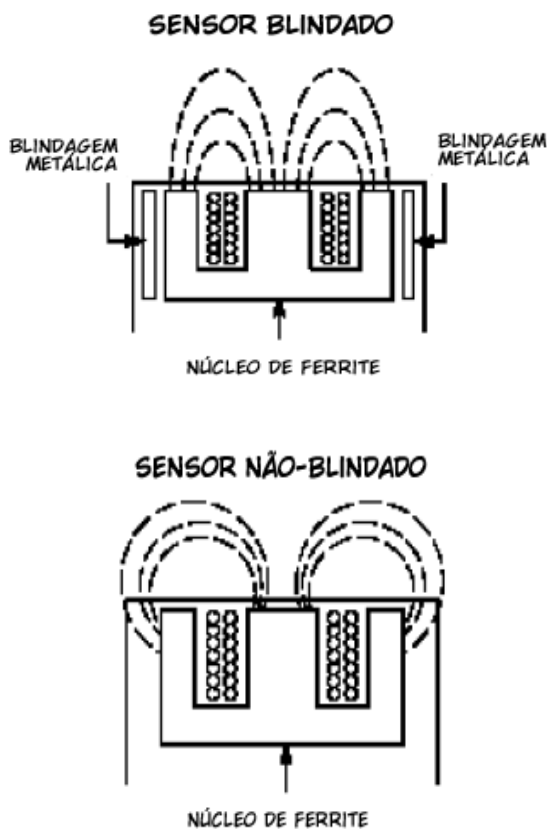


Fig 04 – Um sensor blindado e um não-blindado.

### II.II. HISTERESE

A distância linear entre os pontos de ativação e de desativação de um sensor é chamada de histerese ou curso (deslocamento) diferencial. A histerese é necessária para ajudar a evitar a trepidação de contatos (ligando e desligando rapidamente) quando o sensor fica sujeito a choque e vibração ou quando o alvo fica imóvel no alcance do valor nominal valor.

As amplitudes de vibração devem ser menores do que a banda de histerese para evitar oscilações.

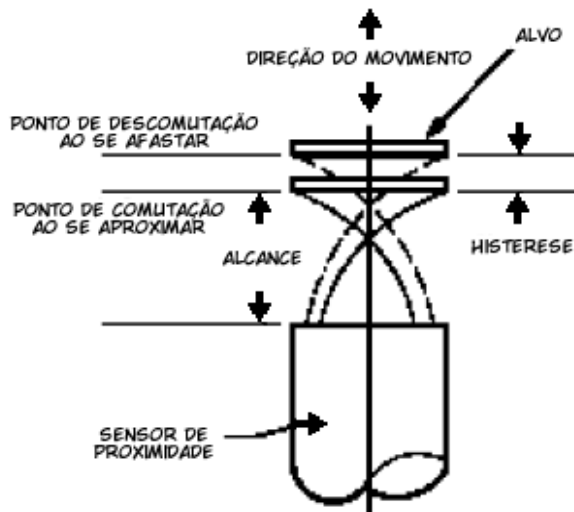


Fig. 05 – Histerese.

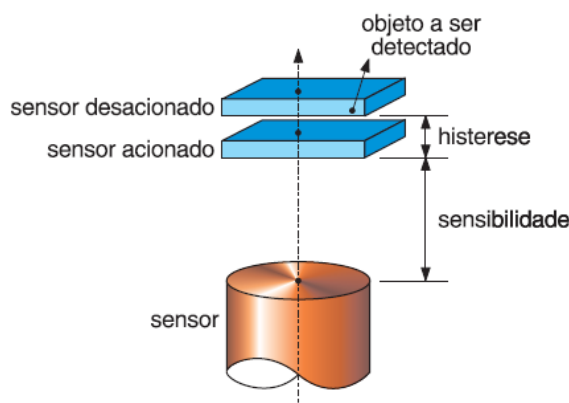


Fig. 06 – Histerese vista de uma forma diferente.

## III. PARÂMETROS DE ESCOLHA

### III.I. ALVO PADRÃO

A superfície ativa de um seletor de proximidade indutivo é a superfície onde emerge o campo eletromagnético de alta frequência.

Um alvo padrão é um quadrado de aço doce com 1 mm de espessura, com comprimentos laterais equivalentes ao diâmetro da superfície ativa ou 3X a distância do valor nominal da comutação, a que for maior.

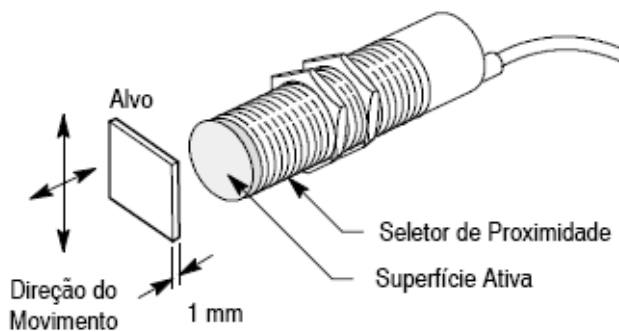


Fig. 07 – Alvo padrão.

### III.II. FATOR DE CORREÇÃO

É usado para determinar o alcance quando se quer detectar outros materiais que não o aço carbono padrão. A composição do alvo causa um grande efeito no alcance de sensores de proximidade indutivo.

**Fatores de Correção**

Material do Alvo	Fatores de Correção Aproximados
Aço Doce	1,0
Aço Inoxidável	0,85
Latão	0,50
Alumínio	0,45
Cobre	0,40

Tabela 01 – Fatores de Correção.

### III.III. FREQUÊNCIA DE COMUTAÇÃO

O maior número de vezes por segundo que a saída do sensor pode mudar de estado (abrir/fechar), normalmente expresso em Hz. Este valor é sempre dependente do tamanho do alvo, da distância da superfície de detecção, velocidade do alvo e tipo de seletor.

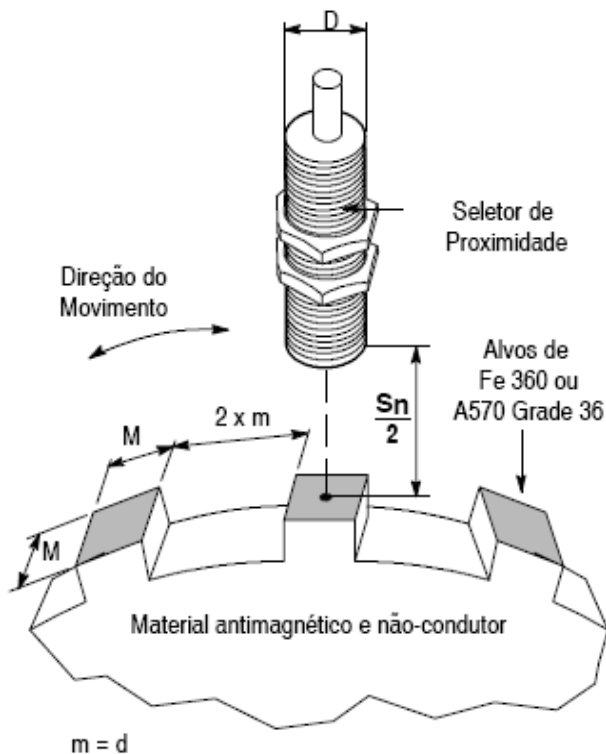


Fig. 08 – Frequência de Comutação.

### III.IV. RIPPLE

A variação entre valores pico-a-pico em tensões CC. É expressa em porcentagem de tensão nominal.

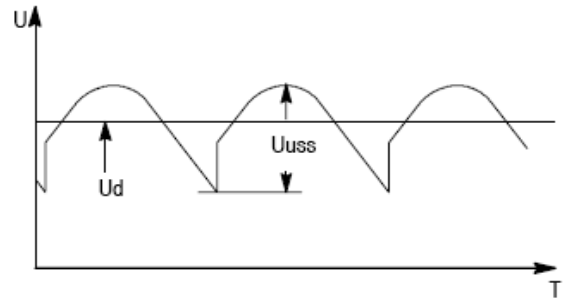


Fig. 09 – Ripple

Para a operação dos seletores de voltagem de CC, uma tensão de CC com filtro e uma tensão ripple máxima de 10% é necessária (de acordo com o DIN 41755).

### III.V. OUTROS PARÂMETROS

Outros parâmetros que devem ser levados em consideração são o invólucro (metal ou plástico), o seu alcance nominal, se o tipo de chaveamento da saída é PNP ou NPN / NA ou NF, sua alimentação é em CA ou CC.

### IV. ESQUEMAS DE LIGAÇÃO

Alguns esquemas de ligação.

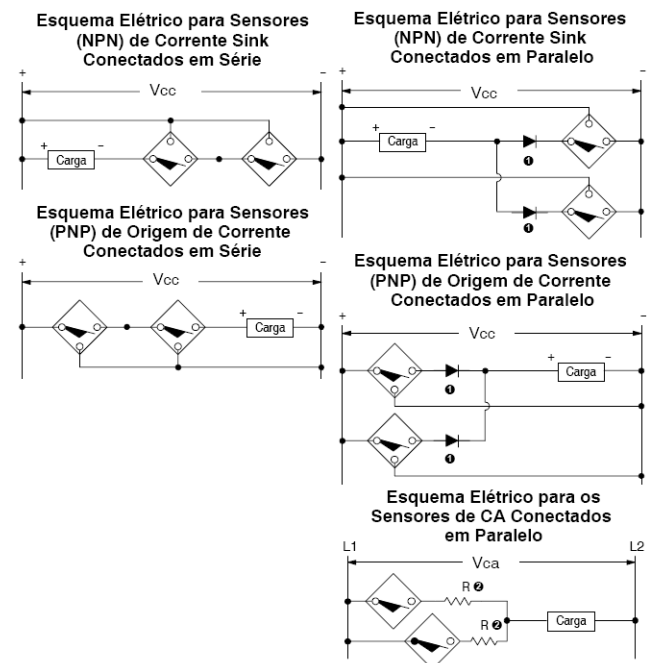


Fig. 10 – Alguns esquemas de ligação.

### V. ALGUNS TIPOS

Alguns tipos de sensores indutivos:

## V.I. LONGA DISTÂNCIA



Fig. 11 – Sensores indutivos quadrados ou cilíndricos de longa distância em estruturas de plástico ou metal.

## V.II. COMPACTO



Fig. 12 – Sensores indutivos quadrados ou cilíndricos compactos em estruturas de plástico ou metal.

## V.III. MINITATURA



Fig. 13 – Os sensores indutivos de tamanho miniatura são a solução ideal para aplicações que necessitem de maiores distâncias de detecção em estruturas pequenas.

## V.IV. APLICAÇÕES ESPECIAIS



Fig. 14 – (a) E2AU: Uso em veículos; (b) E2EH: Indústria alimentar: resistência a detergentes e a calor; (c) E2A3: Embalamento de pó e corte de madeira; (d) E2E: Linha de montagem de automóveis (à prova de óleo).

## VI. APLICAÇÕES



Fig. 15 – Sensores indutivos utilizados para detecção em uma esteira.

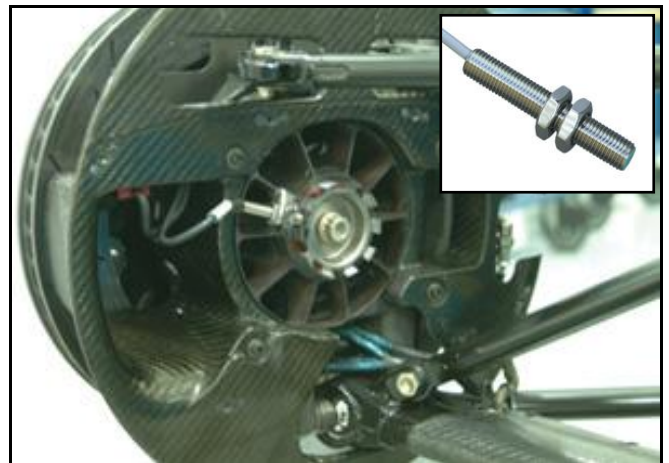


Fig. 16 – Detalhe de um carro de corrida. Sensores indutivos são utilizados para medir a velocidade da roda com exatidão (RPM).

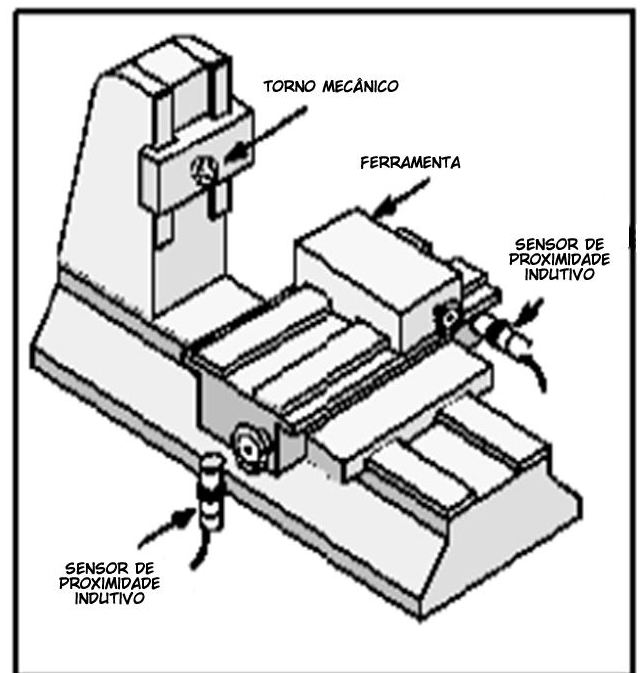


Fig. 17 – Sensores de proximidade indutivos utilizados em torno mecânico.

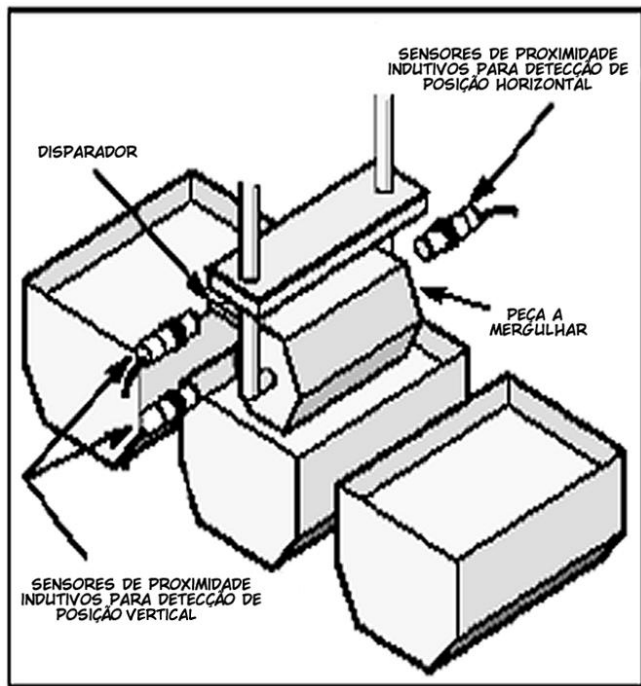


Fig. 18 – Sensores de proximidade indutivos utilizados em uma linha de produção.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Wendling, Rafael Fazolin – *Técnicas de Sensoriamento* – LabMetro/EMC – UFSC;
- Allen-Bradley – *Sensores de Proximidade Indutivos*;
- COEL Controles Elétricos – *Sensores Indutivos e Capacitivos*;
- Industrial Automation – *Sensores Indutivos* - [http://industrial.omron.pt/pt/products/catalogue/sensing/inductive\\_sensors/default.html](http://industrial.omron.pt/pt/products/catalogue/sensing/inductive_sensors/default.html);
- Engenharia de Produção – Automação da Produção – Notas de aula – *Tema 03: Sensores Industriais* – [http://www.engprod.ufjf.br/epd\\_automacao](http://www.engprod.ufjf.br/epd_automacao);
- Stemann Equipamentos – Linha de Produtos Têxteis. [http://www.stemann.com.br/equipamentos/produtos\\_sopros\\_dados.asp](http://www.stemann.com.br/equipamentos/produtos_sopros_dados.asp);
- Machine Design – *DAQs Track Race-car Moves* – <http://machinedesign.com/ContentItem/62998/DAQsTrackRacecarMoves.aspx>.

ANEXO

		INDUTIVOS																					
		Corrente alternada				Corrente contínua																	
MODELO		M18AA05	M18FA05	M30AA10	M30FA10	M12AN02	M12AP02	M12CN02	M18AN05	M18AP05	M18CN05	M18AN08	M18AP08	M18CN08	M30AN10	M30AP10	M30CN10	M30AN15	M30AP15	M30CN15			
Distância sensora ( $\pm 10\%$ )	mm	5		10		2			5			8			10			15					
Histerese	%	3 a 15				3 a 15																	
Precisão de repetibilidade	%	$\leq 2$				$\leq 2$																	
Frequência máxima	Hz	20				2000			1000			500											
I <sub>máxima</sub> de carga	mA	500				200																	
I <sub>pico</sub>	A	8 (10ms / 5Hz)				—																	
Ifuga	mA	$\leq 1,7$				—																	
Tensão residual	volts	$\leq 7$				$\leq 1,8$																	
Tensão de ripple	%	—				$\leq 10$																	
Proteção para inversão de polaridade		—				existente																	
Led indicador de operação		vermelho				vermelho																	
Proteção p/ curto circuito		—				existente																	
Tempo de estabilização	ms	$\leq 25$				$\leq 8$																	
Torque máximo	Nm	25		90		15			25			90											
Versão de montagem		A				A			B			A			B								
Tipo de saída		NA	NF	NA	NF	NA/NPN	NA/PNP	NA/NF/NPN	NA/NPN	NA/PNP	NA/NF/NPN	NA/NPN	NA/PNP	NA/NF/NPN	NA/NPN	NA/PNP	NA/NF/NPN	NA/NPN	NA/PNP	NA/NF/NPN			
Faixa de alimentação	V <sub>ca</sub>	20 a 250				—																	
	V <sub>cc</sub>	—				10 A 30			10 a 65			10 a 30			10 a 65			10 a 30			10 a 65		
Grau de proteção		IP67				IP67																	
Temperatura ambiente de operação	°C	-25 a +70				-25 a +70																	
Proteção para transientes		5KV, 10ms, 10k $\Omega$				2KV, 1ms, 1k $\Omega$																	
Corrente de consumo do sensor	mA	—				5,5 a 9,5			4,0 a 9,5			5,5 a 9,5			4,0 a 9,5			5,5 a 9,5			4,0 a 9,5		

Tabela 02 – Alguns tipos de sensores indutivos de corrente alternada e corrente contínua, mostrando suas especificações.