


# Robótica



Prof. Reinaldo Bianchi  
Centro Universitário da FEI  
2016

# 2ª Aula

Parte B



# Detalhando os objetivos

## ■ Sensores

- Definições

- Classificação:

- Mecânicos.
- Elétricos.
- Magnéticos.
- Térmicos.
- Outros.

- Diversos sensores.

## ■ Capítulo 6 do Keramas.

# Definições básicas





# Definição de Sensores

- Sensores são dispositivos que detectam informações sobre o robô e do meio onde ele está imerso e as transmite para o controlador do robô.
- Sensores produzem um sinal que permite medir uma quantidade como:
  - Força, torque, temperatura, posição, velocidade, ...

# Sensores anti-colisão



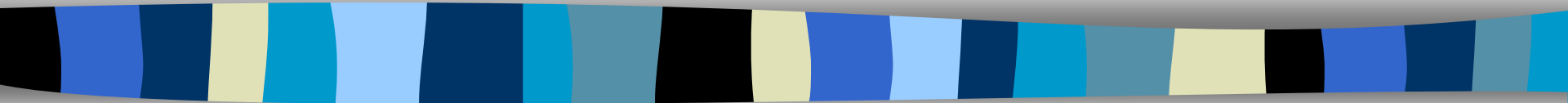
[http://www.ati-ia.com/products/collision\\_sensor/robot\\_collision\\_sensor.aspx](http://www.ati-ia.com/products/collision_sensor/robot_collision_sensor.aspx)



# Sensores permitem

- Sensores ajudam o robô a:
  - Detectar a posição e orientação de suas diversas juntas.
  - Garantir a qualidade de produção.
  - Descobrir variações de forma e dimensão das peças produzidas.
  - Identificar obstáculos imprevistos.
  - Determinar e analisar defeitos.

# Classificação de Sensores







# Classificação

- Sensores podem ser classificados de diversas maneiras:
  - De acordo com o seu princípio de funcionamento.
  - Função realizada.
  - Localização.
  - Tipo de ativação.



# Princípio de Funcionamento

- 5 classes:
  - Mecânicos.
  - Elétricos.
  - Magnéticos.
  - Térmicos.
  - Outros, como acústicos, químicos, de proximidade, radioativos, tátil, ópticos, voz e visão.



# Sensores mecânicos

- Usados para medir quantidades como:
  - Posição.
  - Velocidade.
  - Forma.
  - Força e torque.
  - Pressão.
  - Vibração, estresse.
  - Massa.



# Sensores elétricos

- Usados para medir quantidades como:
  - Tensão.
  - Corrente.
  - Carga.
  - Condutibilidade.



# Sensores magnéticos

- Usados para medir quantidades como:
  - Campo magnéticos
  - Fluxo magnético.
  - Permeabilidade magnética.



# Sensores térmicos

- Usados para medir cantidades como:
  - Temperatura.
  - Fluxo de calor.
  - Condutividade térmica.
  - Calor específico.



# Sensores segundo a função

- Sensores podem ser categorizados de acordo com a função que realizam em:
  - Manipulação:
    - Que interagem com o meio ambiente do robô.
    - Ex: sensores de Força.
  - Aquisição:
    - Que permitem ao robô perceber seu próprio estado.
    - Ex: encoders.



# Sensores segundo a localização

- Sensores podem ser categorizados de acordo com sua localização em:
  - Internos: encoders.
  - Externos:
    - Swiches, táteis, proximidade e fotoelétricos.
  - Interlocked:
    - Usados para proteger o robô.
    - Travam o robô até que certa condição se torne válida (pressão de fluido, temperatura alta, etc)

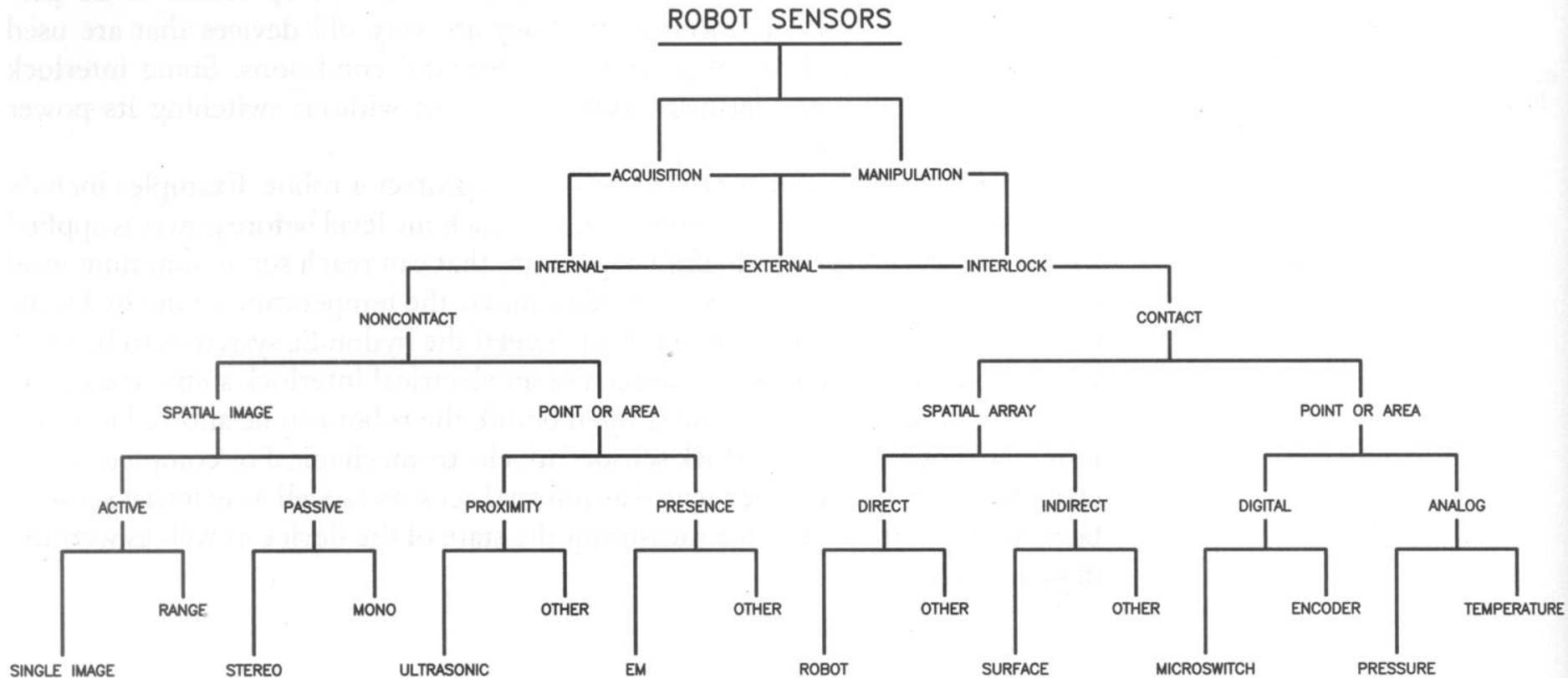




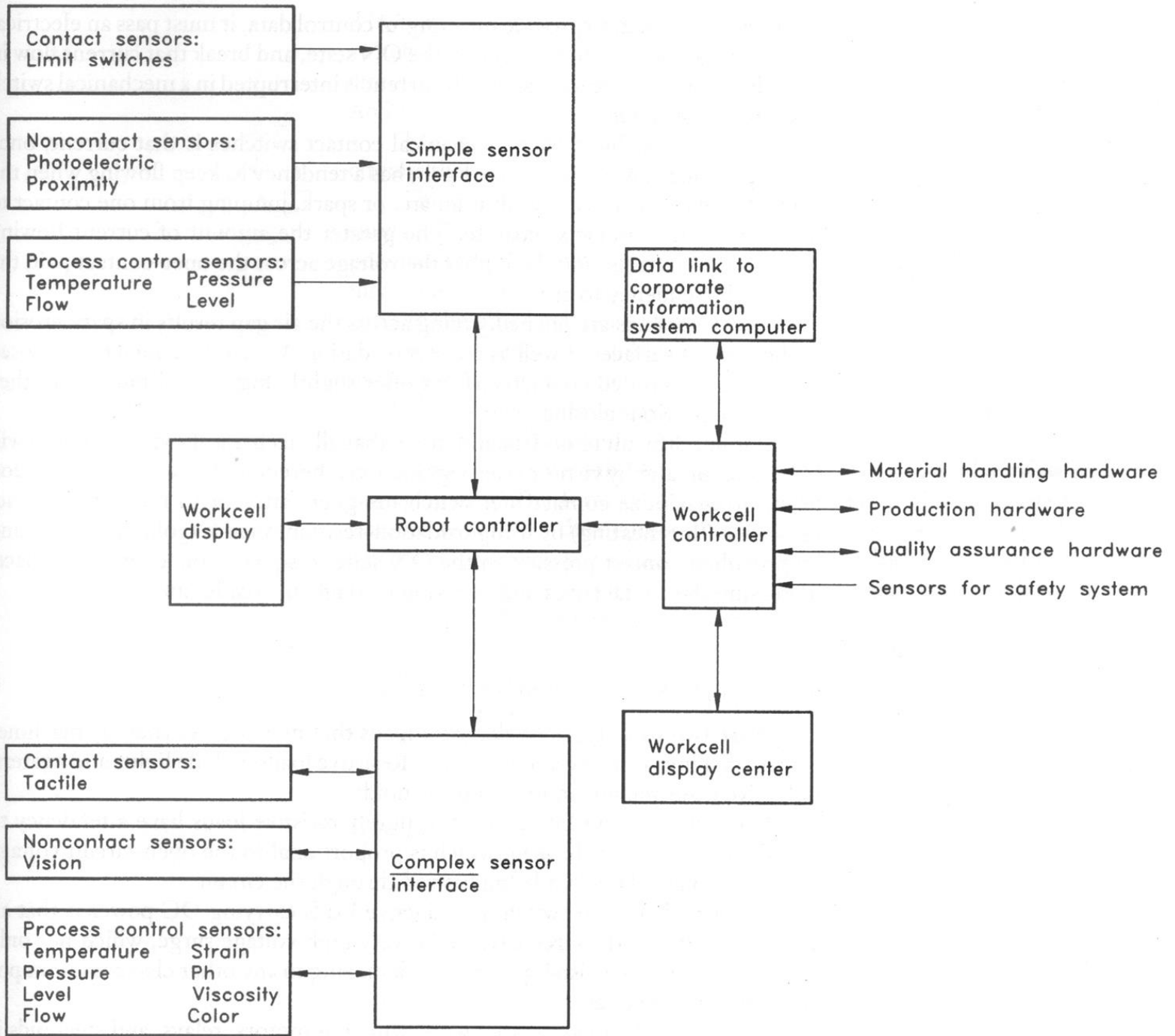
# Sensores segundo ativação

- Sensores podem ser categorizados de acordo com sua ativação em:
  - Contato:
    - Existe um contato físico para a ativação.
    - Exemplo: switches
  - Sem contato:
    - Não existe contato físico.
    - Exemplo: visão, ultrassom, radiação.
  - Ainda, proximidade x presença

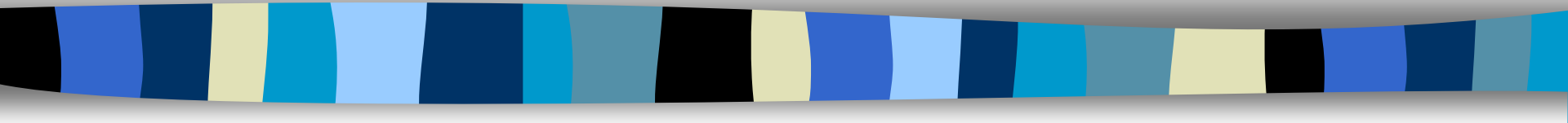
# Classificação



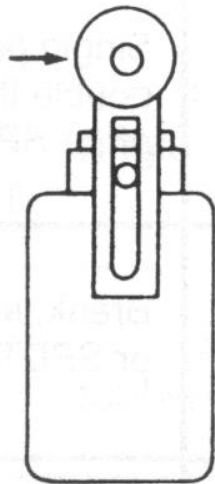
# Diagrama do sistema sensor



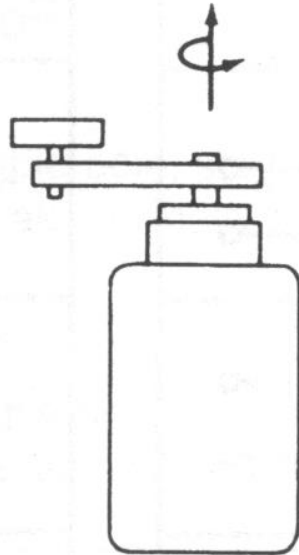
Alguns tipos de sensores.



# Chaves de limite



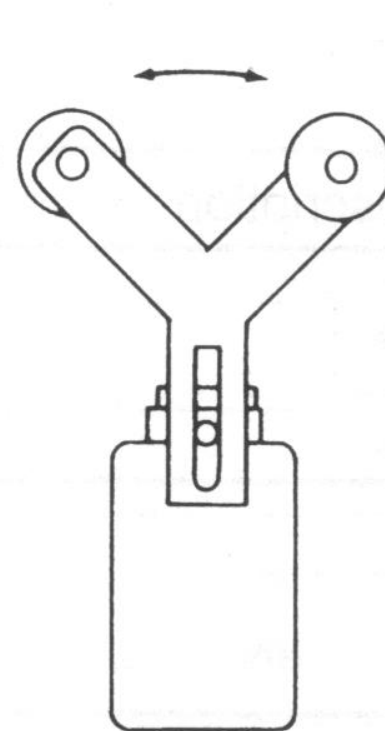
Side rotary



Top rotary



Push roller



Fork lever



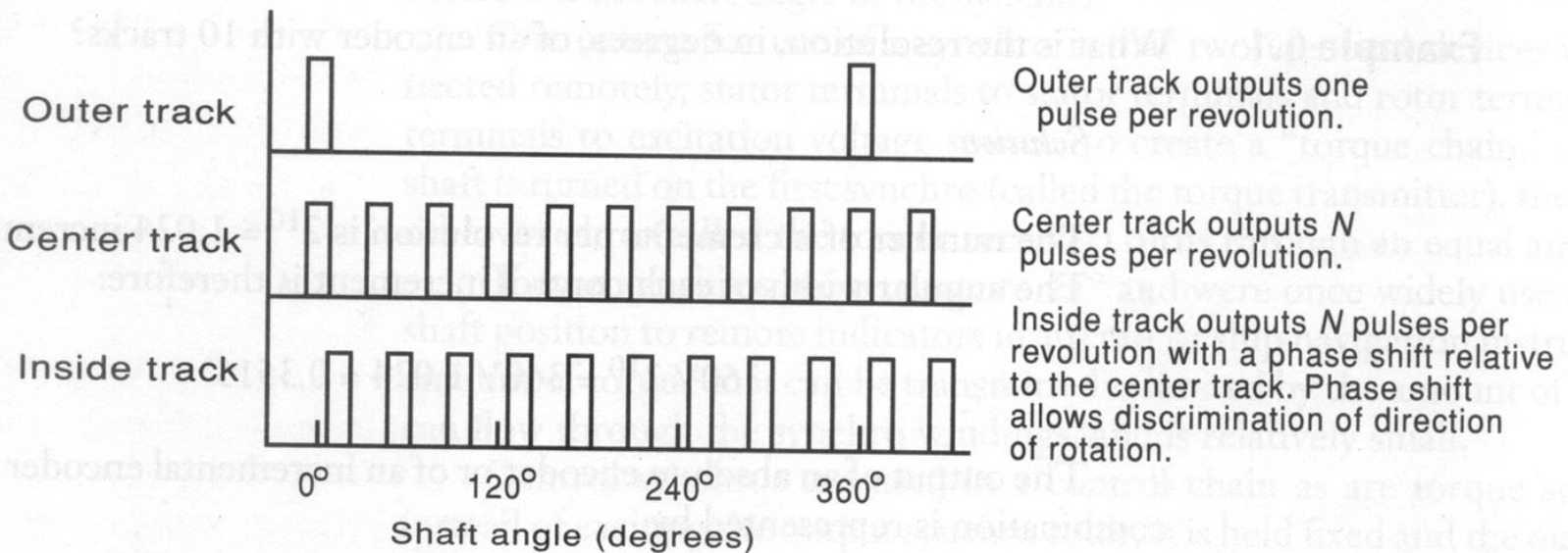
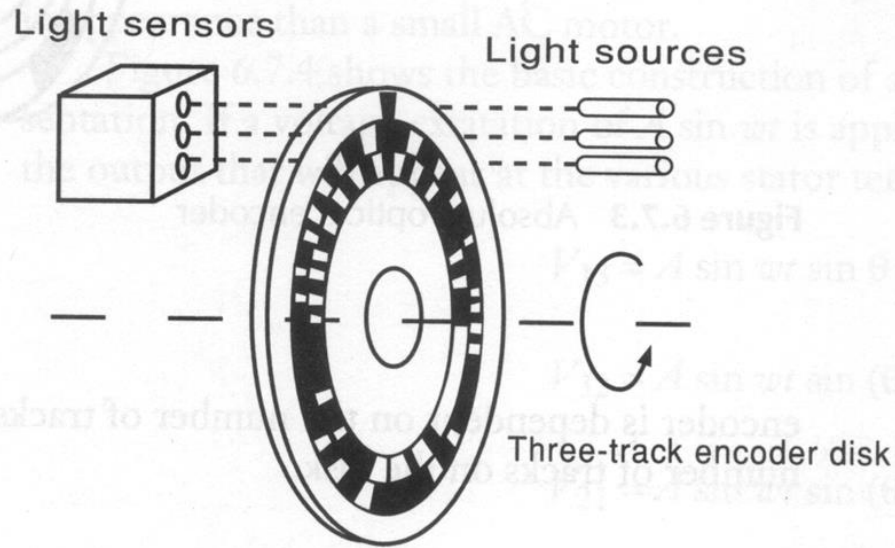
Wobble stick



# Encoders

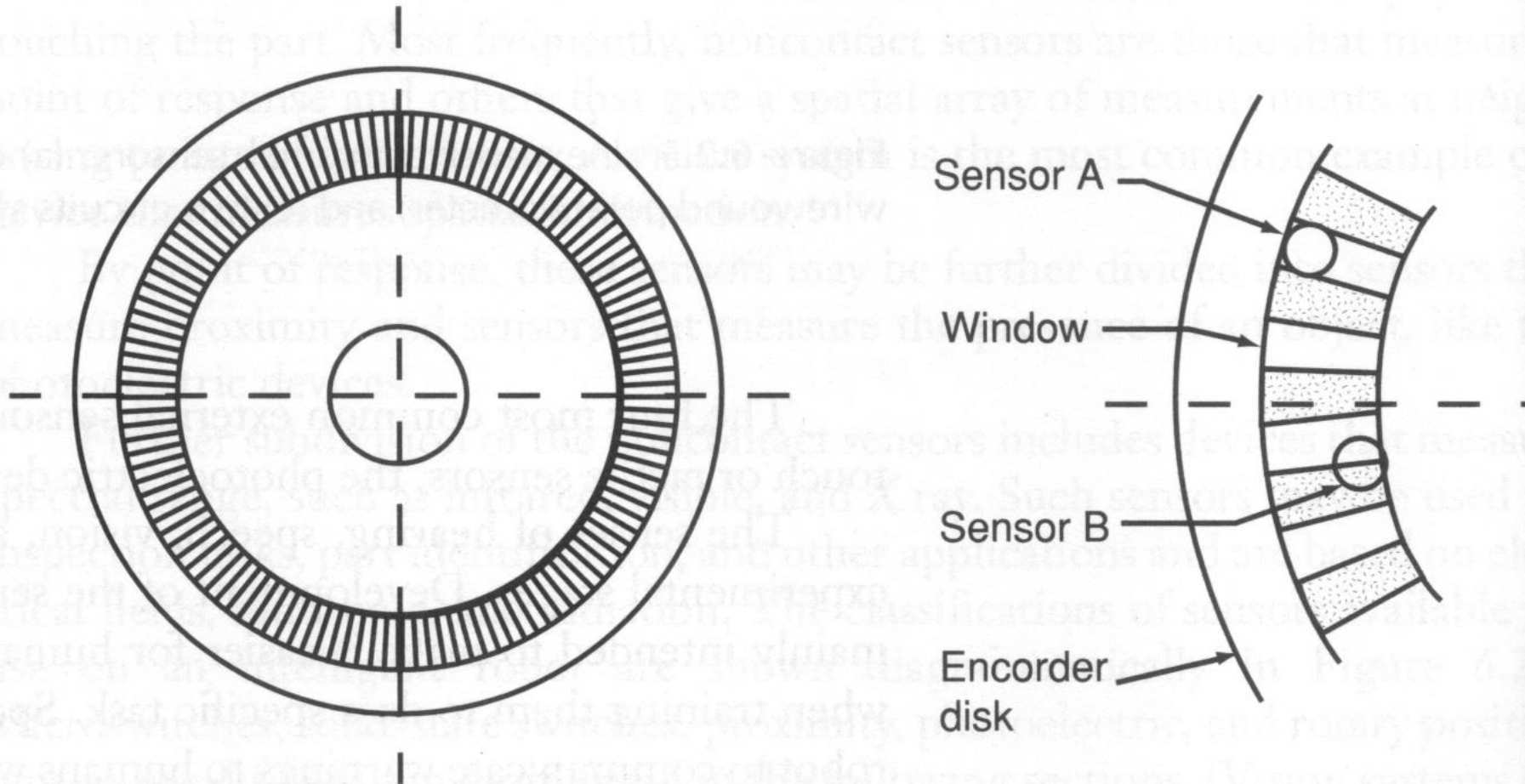
- Encoder é um dispositivo que conta ou reproduz pulsos elétricos a partir do movimento rotacional de seu eixo.
- Pode ser definido também como um transdutor de posição angular.
- Existem dois tipos de encoder:
  - incremental e
  - absoluto.

# Encoder óptico incremental



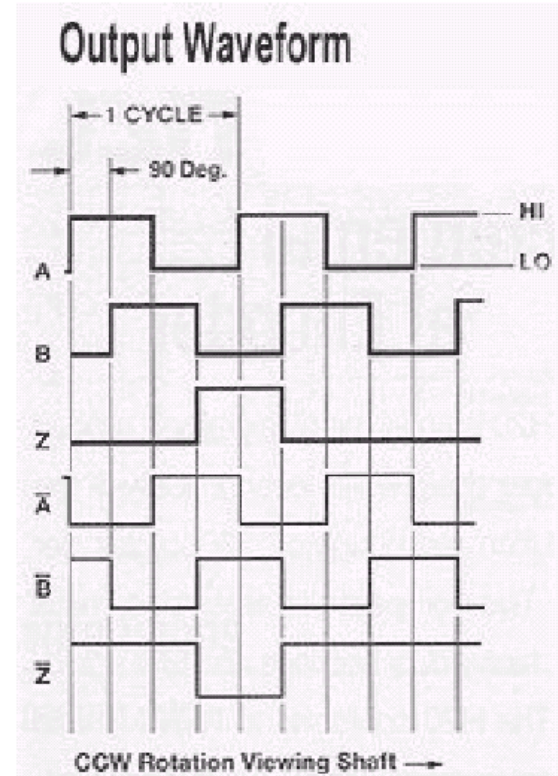


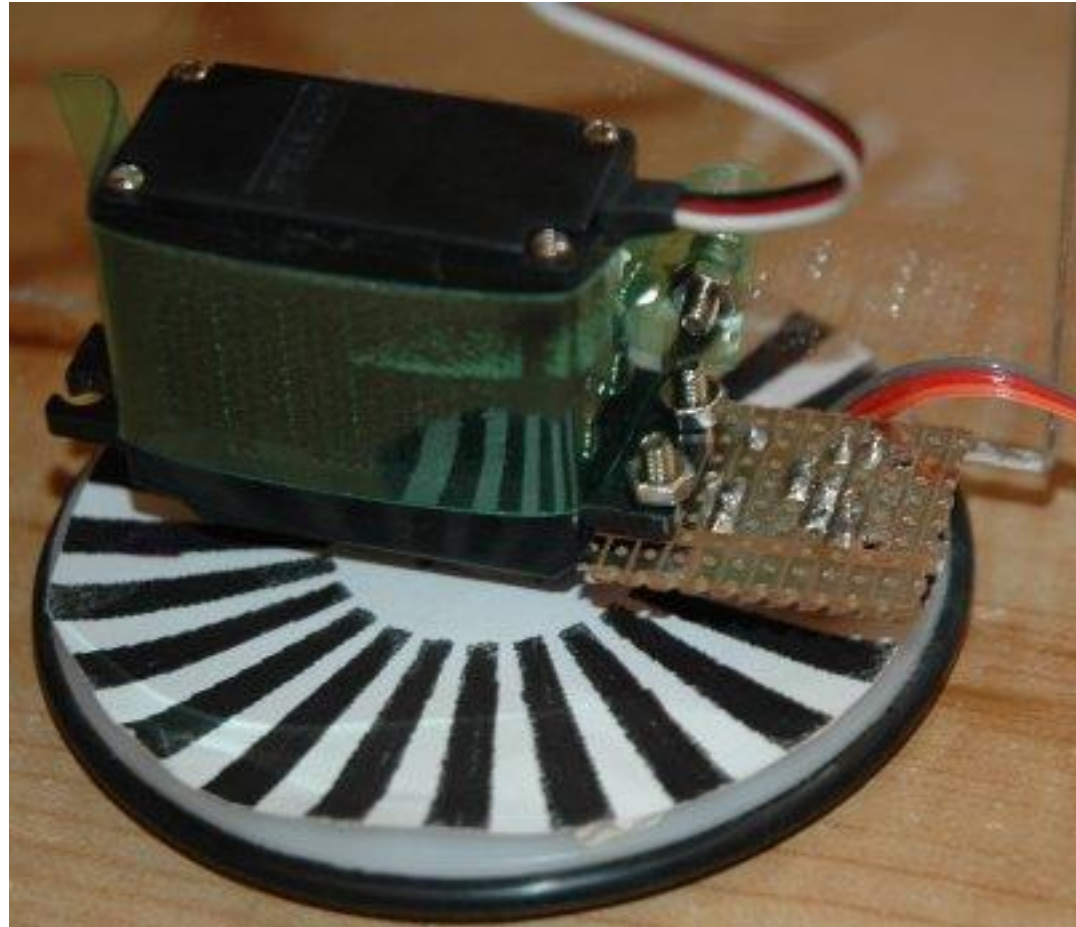
# Encoder incremental





# Encoder incremental

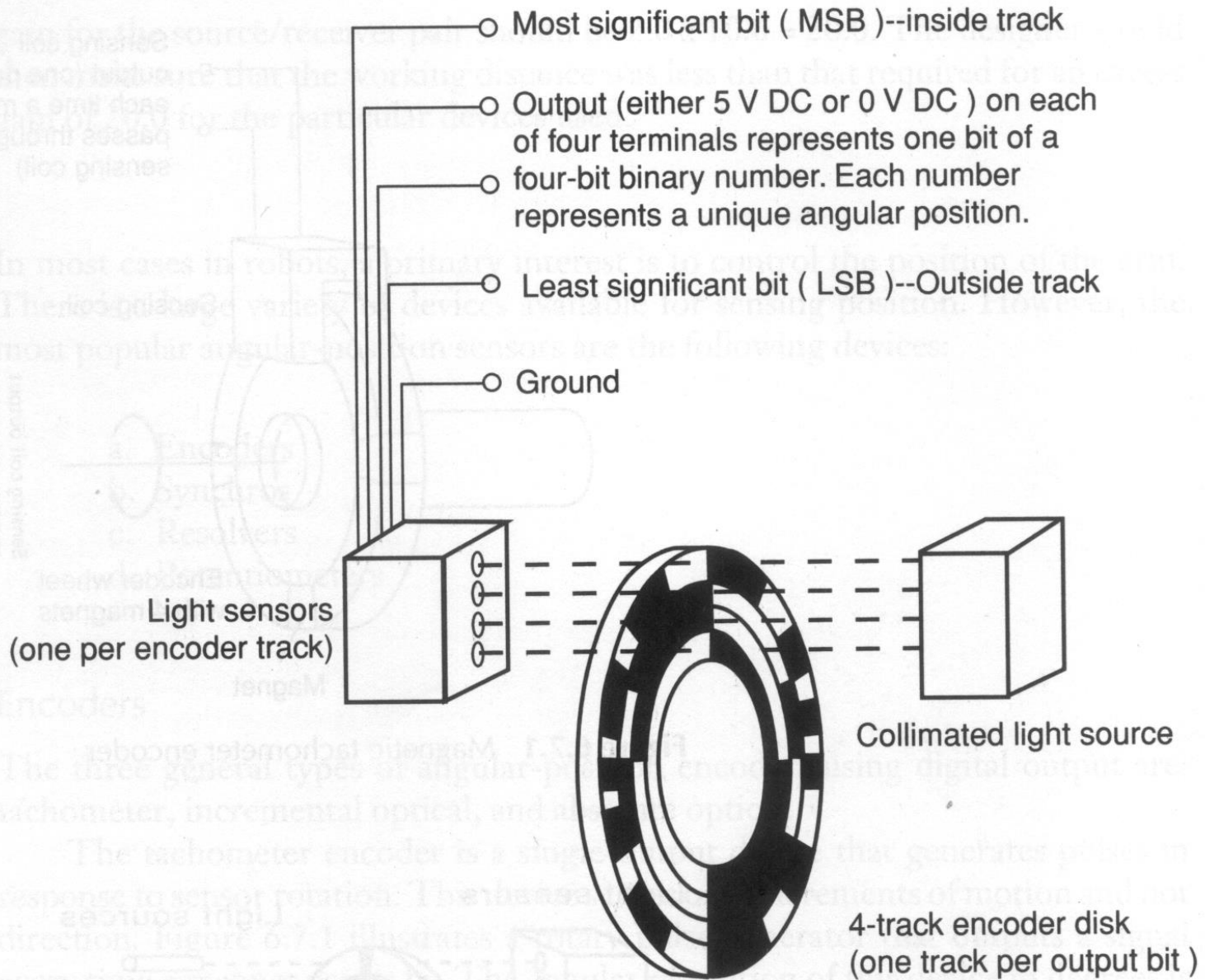




# Encoder Incremental

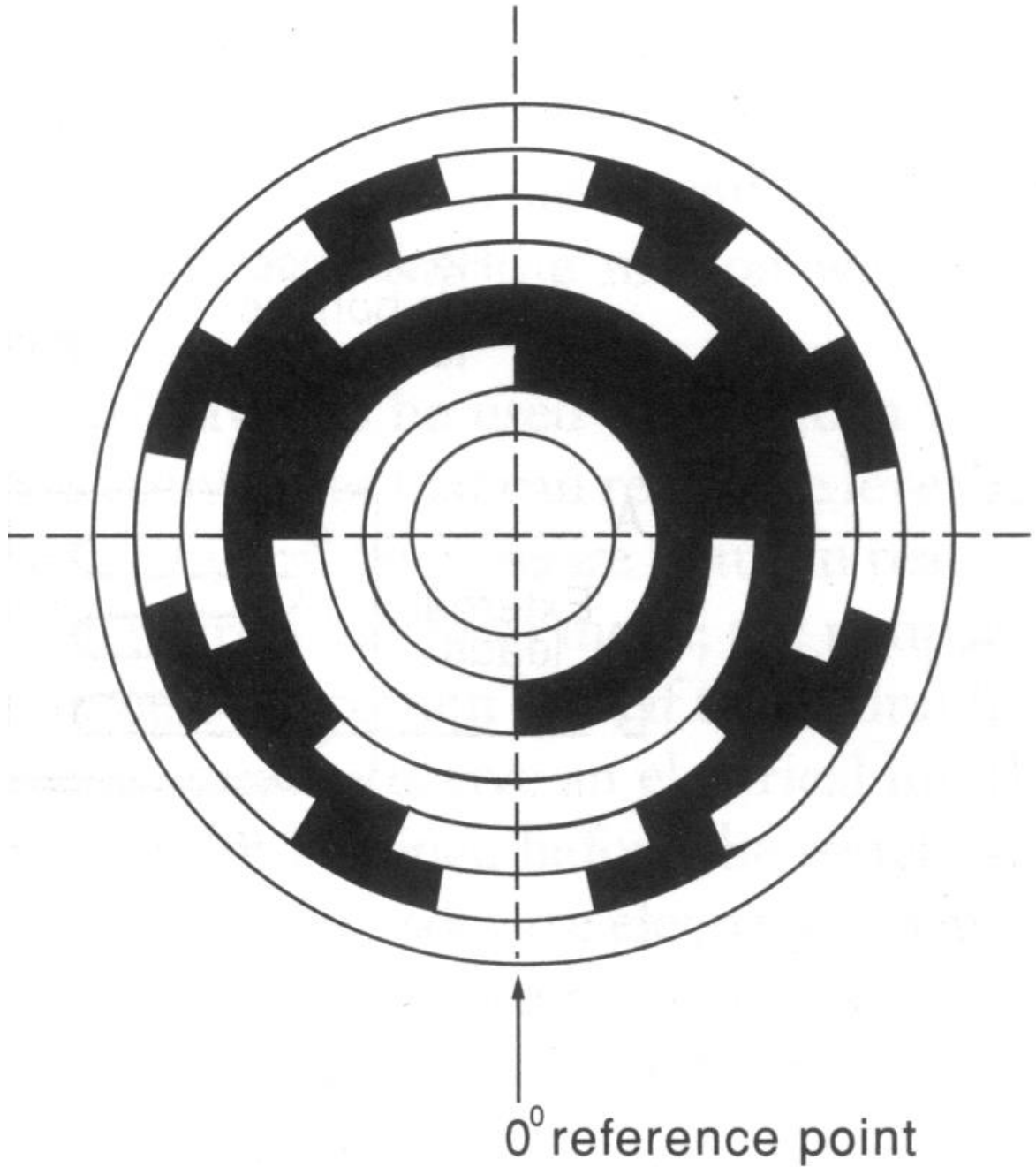


# Encoder óptico absoluto

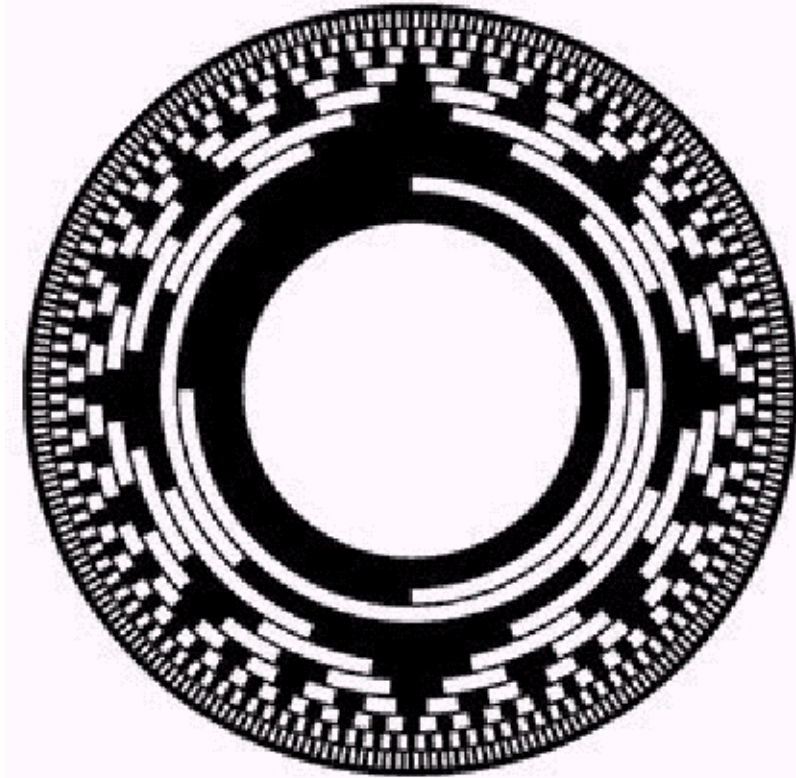


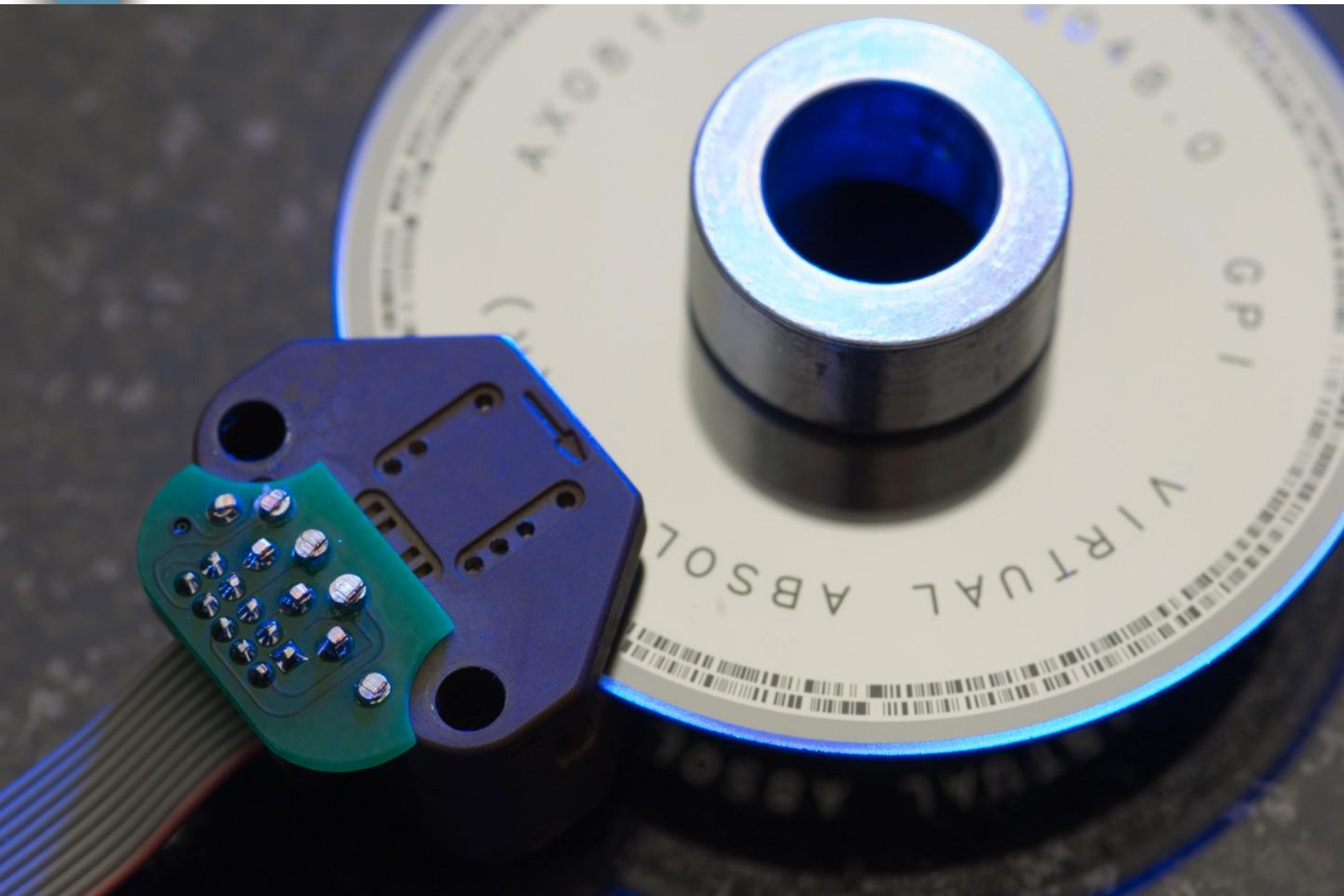


# Encoder Absoluto

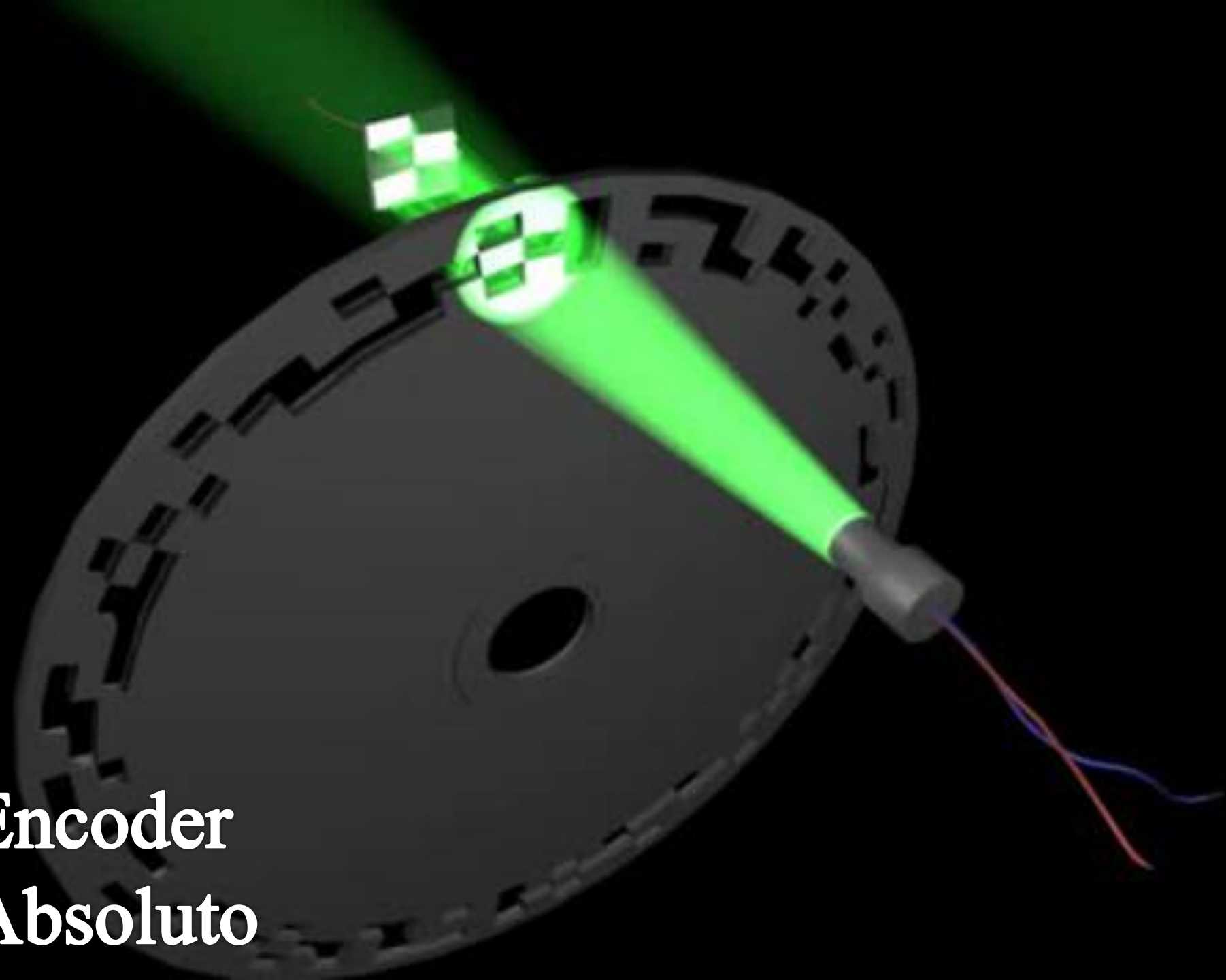


# Encoder Absoluto





**Encoder  
Absoluto**







# Encoder Absoluto



# Encoder Absoluto

**MICRONOR**

© [www.micronor.com](http://www.micronor.com)

**Absolute  
Fiber Optic  
Position Sensor**

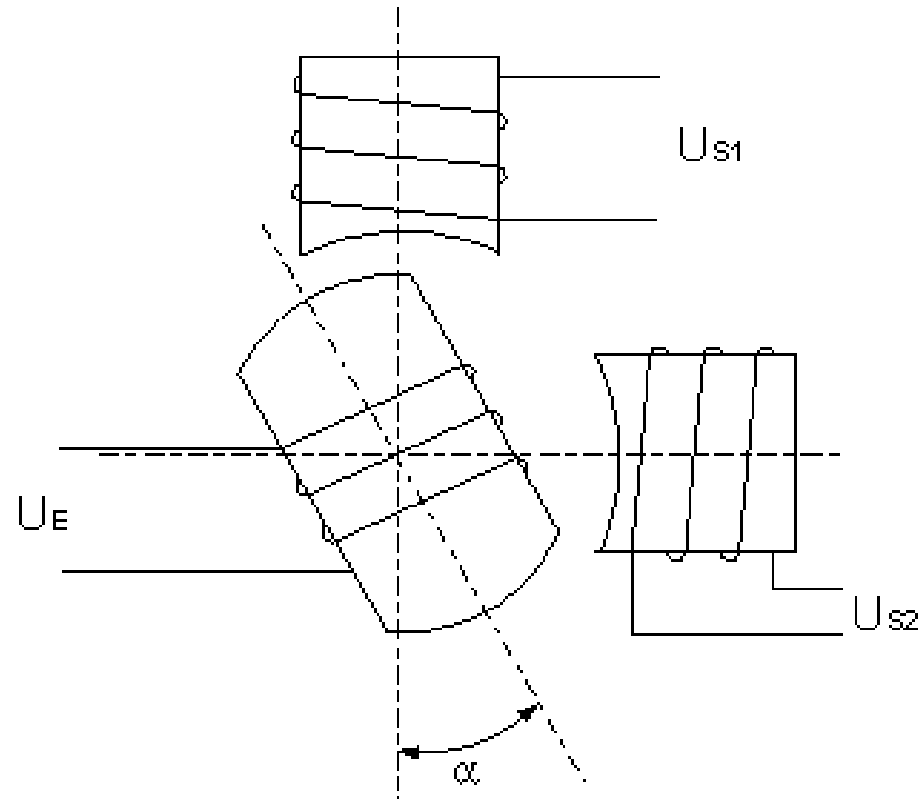


# Resolvers

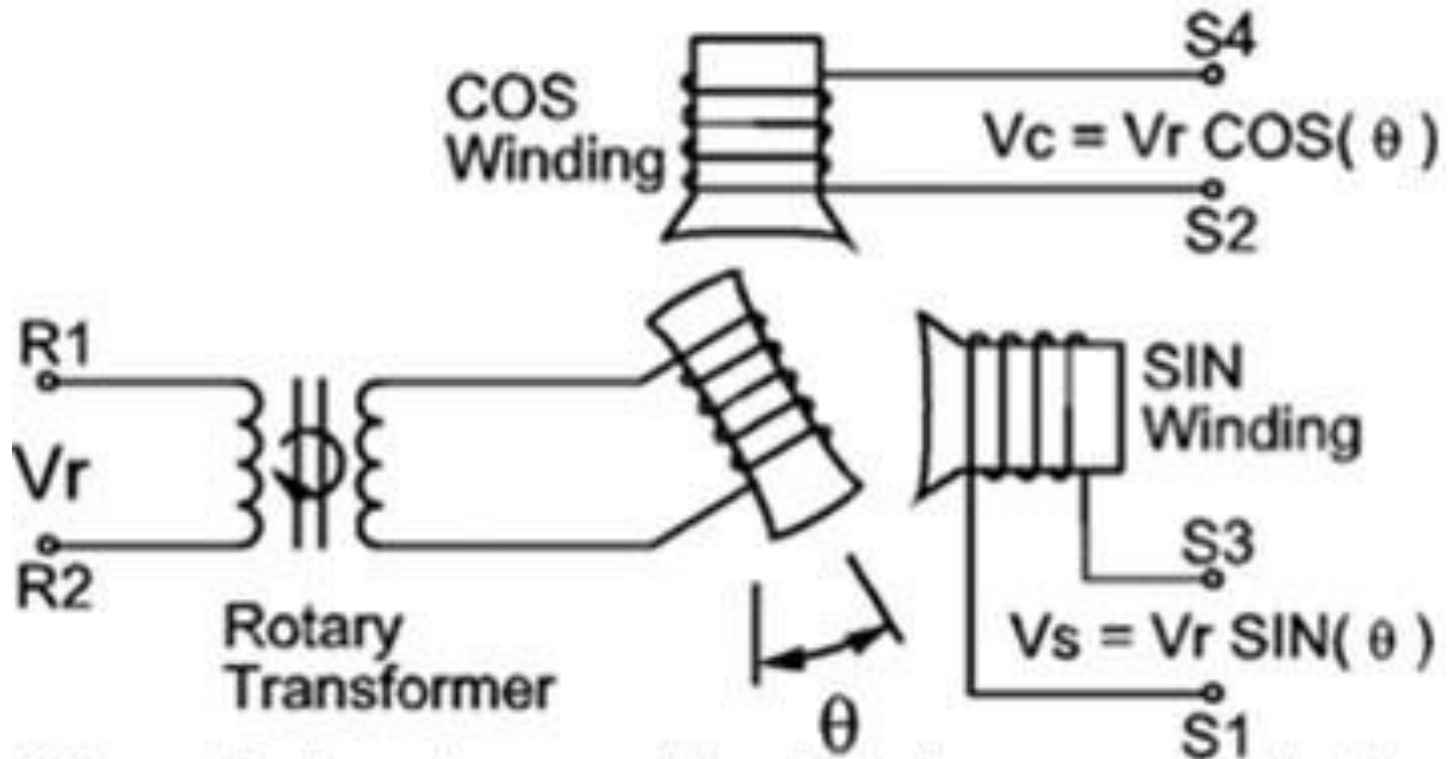
## ■ Sensor de posição absoluta:

- Um estator composto por dois enrolamentos, A e B.
- O enrolamento A está posicionado a 90 graus do enrolamento B.
- O rotor é composto por um terceiro enrolamento, C, que é energizado com uma onda senoidal.
- O sinal em C induz sinais em A e B, que variam com a posição angular de C.
- A voltagem induzida em A está em quadratura com a de B.
- Cada posição do rotor produz valores diferentes em A e B.

# Resolvers Esquema

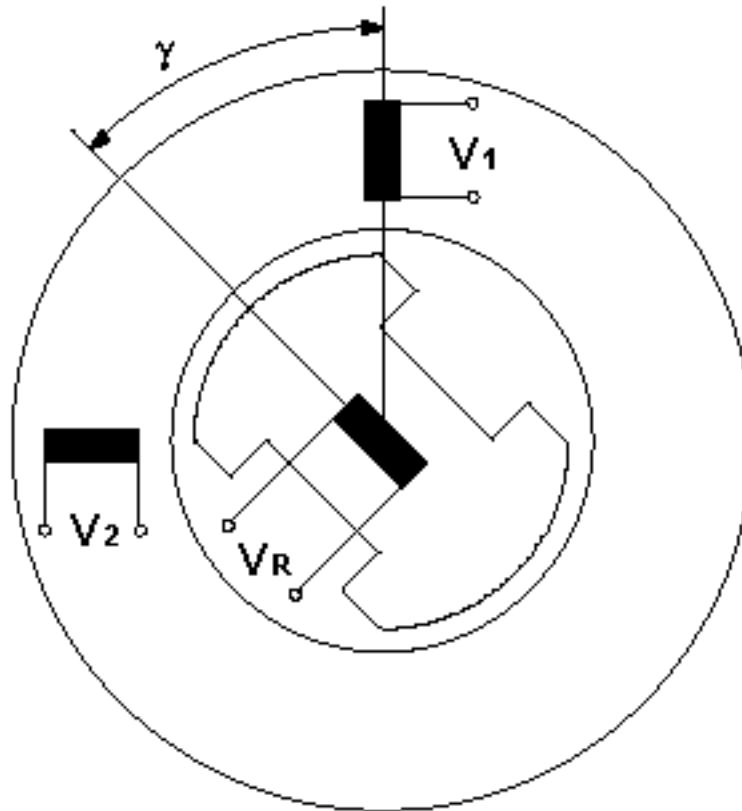


# Resolvers Esquema



**Figure 1:** A resolver consists of a reference coil (rotor) and a pair of orthogonally positioned stator coils. As the energized reference coil turns, it induces voltages in the stator coils that can be processed to yield angular position.

# Resolvers Esquema



# Resolvers

- Entrada:

$$V_r = V_i \times \sin(\omega \times t)$$

- Saída:

- $V_1 = V_i \times \sin(\omega \times t) \times \cos(g)$

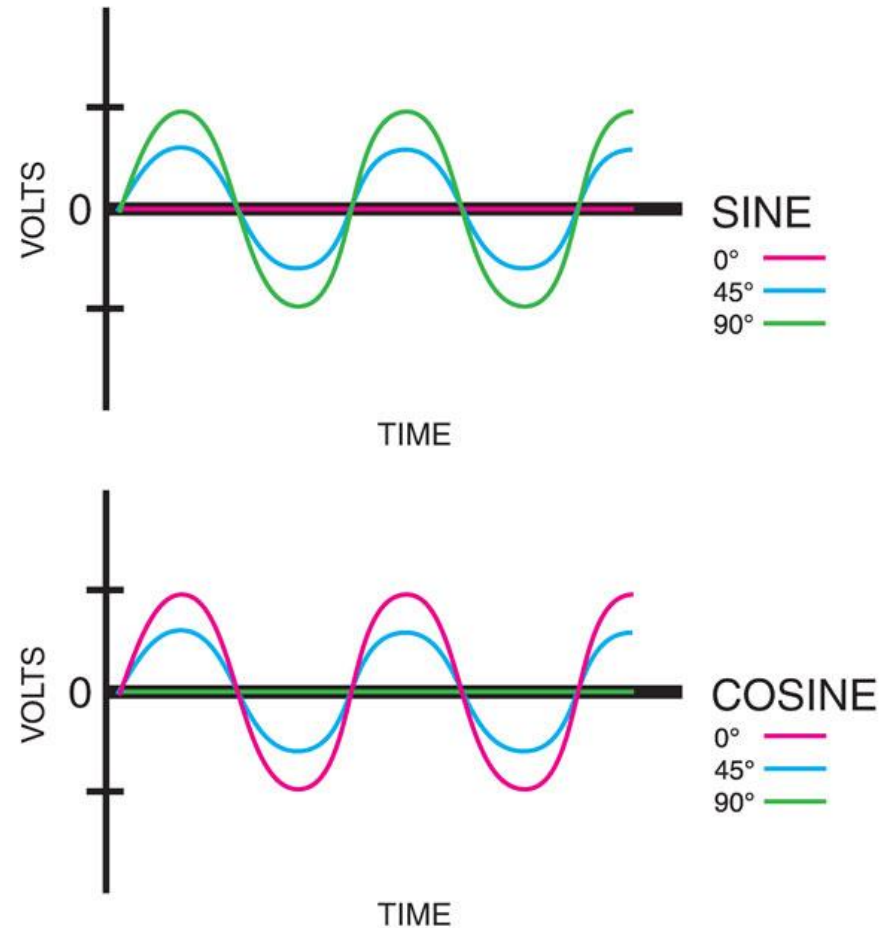
- e

$$V_2 = V_i \times \sin(\omega \times t) \times \sin(g)$$

- onde:

- $V_i$  = voltagem de entrada
- $\omega$  = velocidade angular

## RESOLVER



# Mais Matematicamente

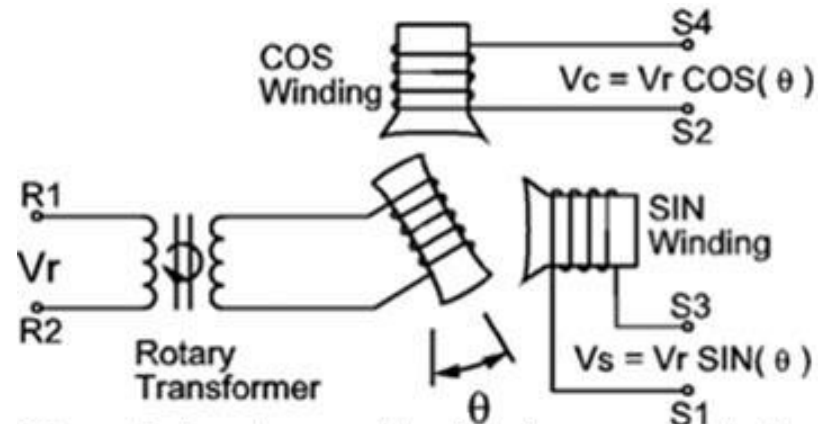
$$V_s(t) = k V_r(t) \sin \theta = k V_0 \sin \omega_r t \sin \theta$$

$$V_c(t) = k V_r(t) \cos \theta = k V_0 \sin \omega_r t \cos \theta$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \right)$$

$$= \arctan \left[ \frac{\frac{V_s(t)}{k V_0(t) \sin \omega_r t}}{\frac{V_c(t)}{k V_0(t) \sin \omega_r t}} \right]$$

$$= \arctan \left[ \frac{V_s(t)}{V_c(t)} \right]$$



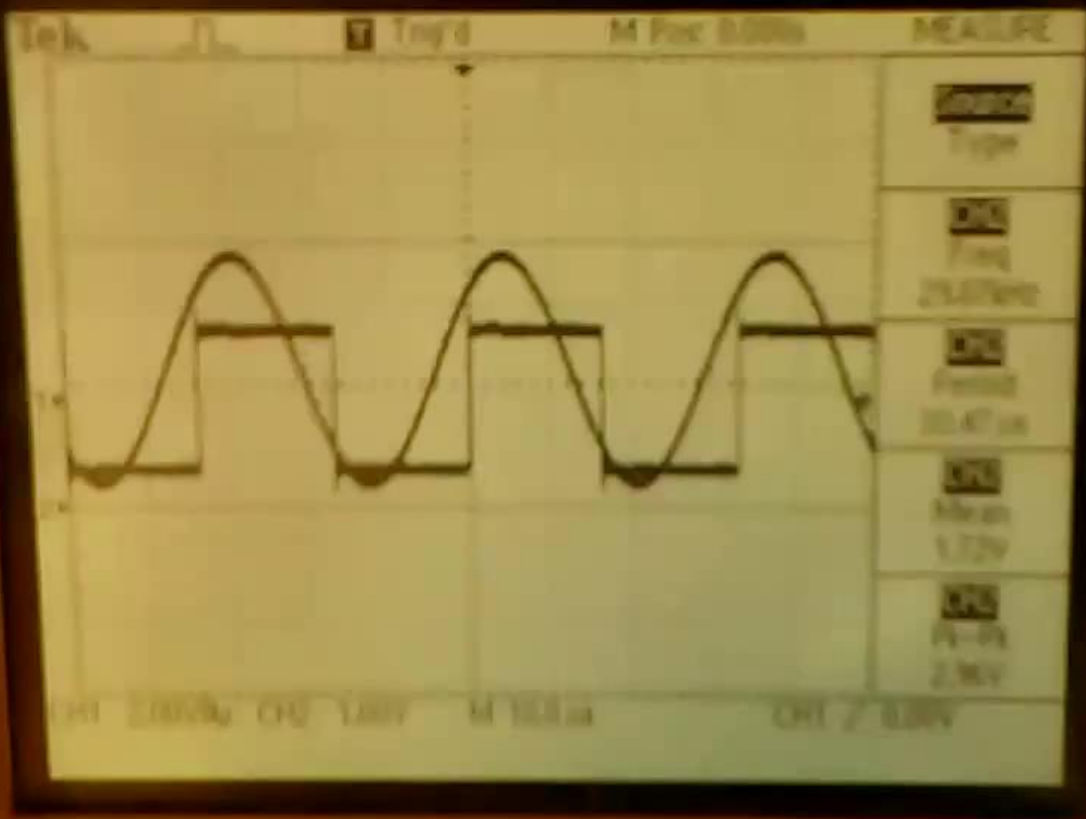
**Figure 1:** A resolver consists of a reference coil (rotor) and a pair of orthogonally positioned stator coils. As the energized reference coil turns, it induces voltages in the stator coils that can be processed to yield angular position.



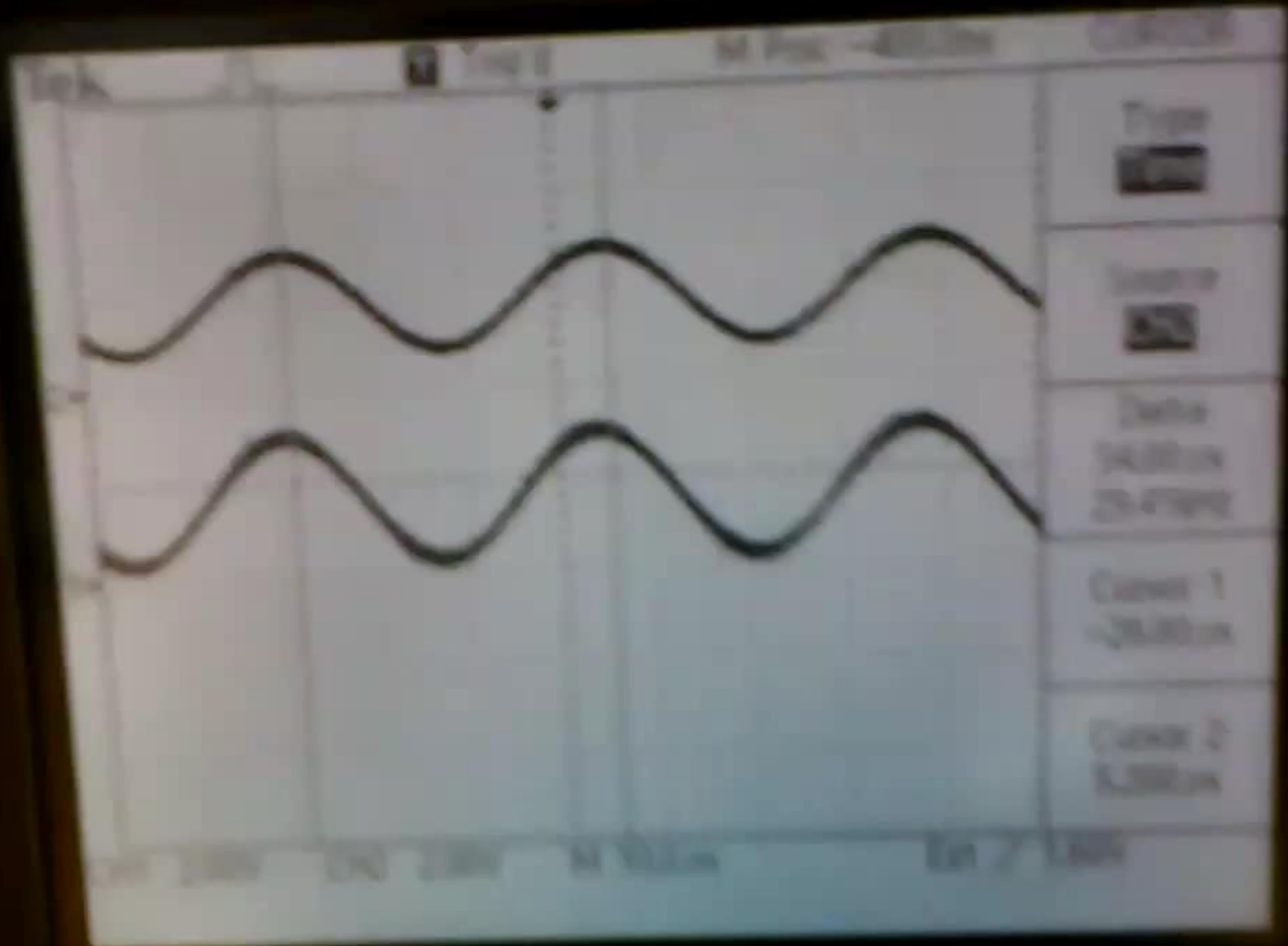
# Resolvers



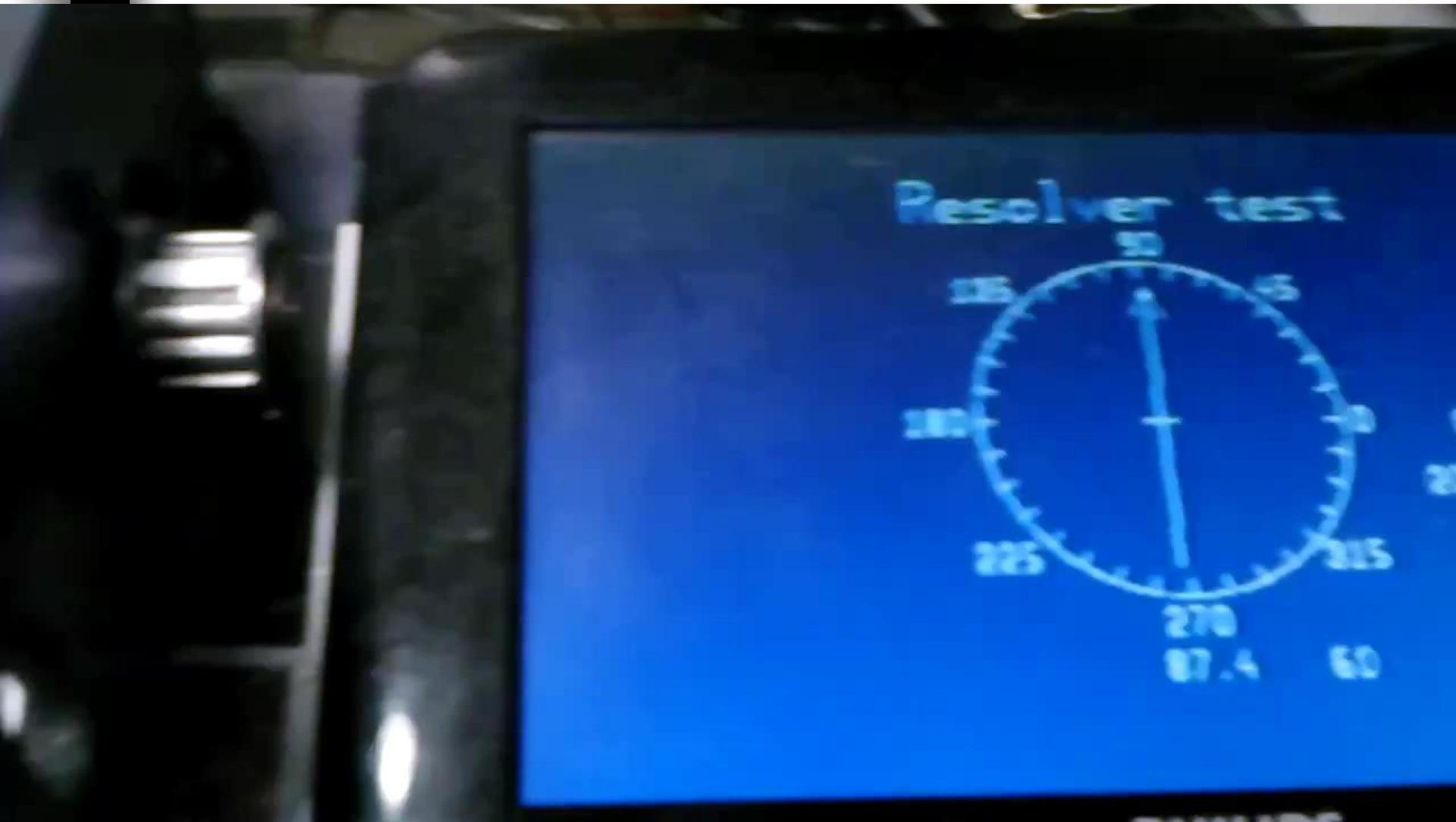
# Resolvers



# Resolvers



# Resolvers

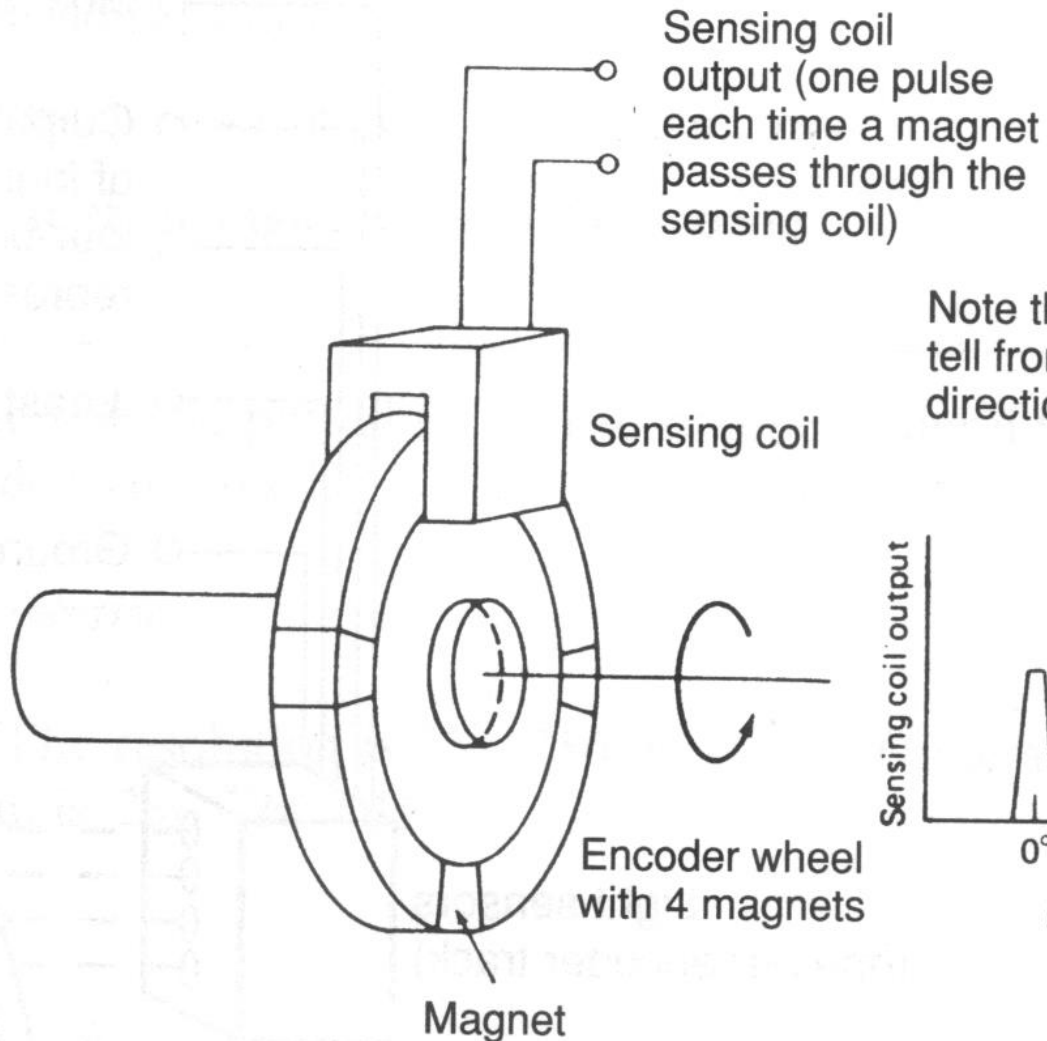




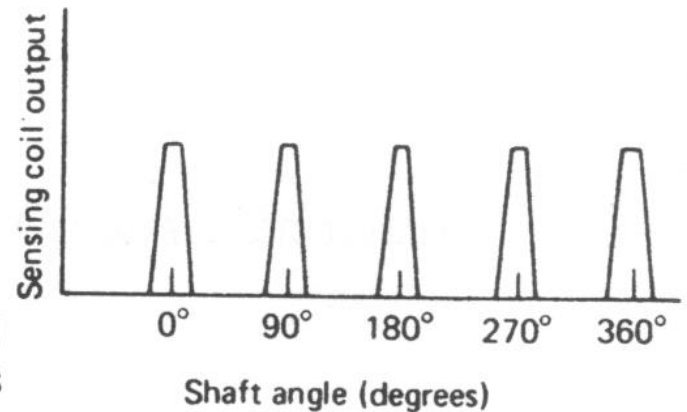
# Vantagens - Resolvers

- Acurácia:
  - Em sensores comerciais, erro = 20 minutos.
  - Em sensores especiais, erro < 1 minuto.
- Menos erros.
- Tamanho reduzido:
  - 1 polegada é comum.

# Tacômetro magnético



Note that there is no way to tell from the pulse outputs the direction in which the wheel turns





# Sensores voltados para a segurança

- Há muitos dispositivos alternativos disponíveis para detectar a presença de uma pessoa que entre ou permaneça dentro de uma área de perigo.
  - Cortinas de luz, tapetes e scanners, fornecem acesso rápido e fácil para a área de perigo e muitas vezes são selecionados quando os operadores frequentemente devem acessar a área de perigo.



# Dispositivos de detecção de presença

- É necessário, em geral, pelo menos duas funções de segurança:
  - 1. Desligar ou poder desabilitar quando uma pessoa entra na área de perigo.
  - 2. Evitar ligar ou habilitação de força quando uma pessoa está na zona de perigo.



# Acesso de corpo inteiro



# Acesso parcial ao corpo



# Cortinas de Luz

- As cortinas de luz de segurança são sensores de presença fotoelétrico projetados especificamente para proteger o pessoal de lesões relacionadas com o movimento da máquina perigosa.



# Cortinas de Luz

- Também conhecido como:
  - AOPDs (dispositivos de proteção individual optoeletrônicos ativos) ou
  - ESPE (equipamentos de proteção individual eletrosensíveis).



# Safety Light Curtains





# Light Curtains







# Scanners a Laser

- Os leitores de segurança a laser usam um espelho rotativo que criam um plano de detecção.
- A localização do objeto é determinado pelo ângulo de rotação do espelho e pelo “tempo de vôo” de um feixe de laser.
  - Ao tomar a medida da distância e da localização do objeto, o scanner a laser determina a posição exata do objeto.

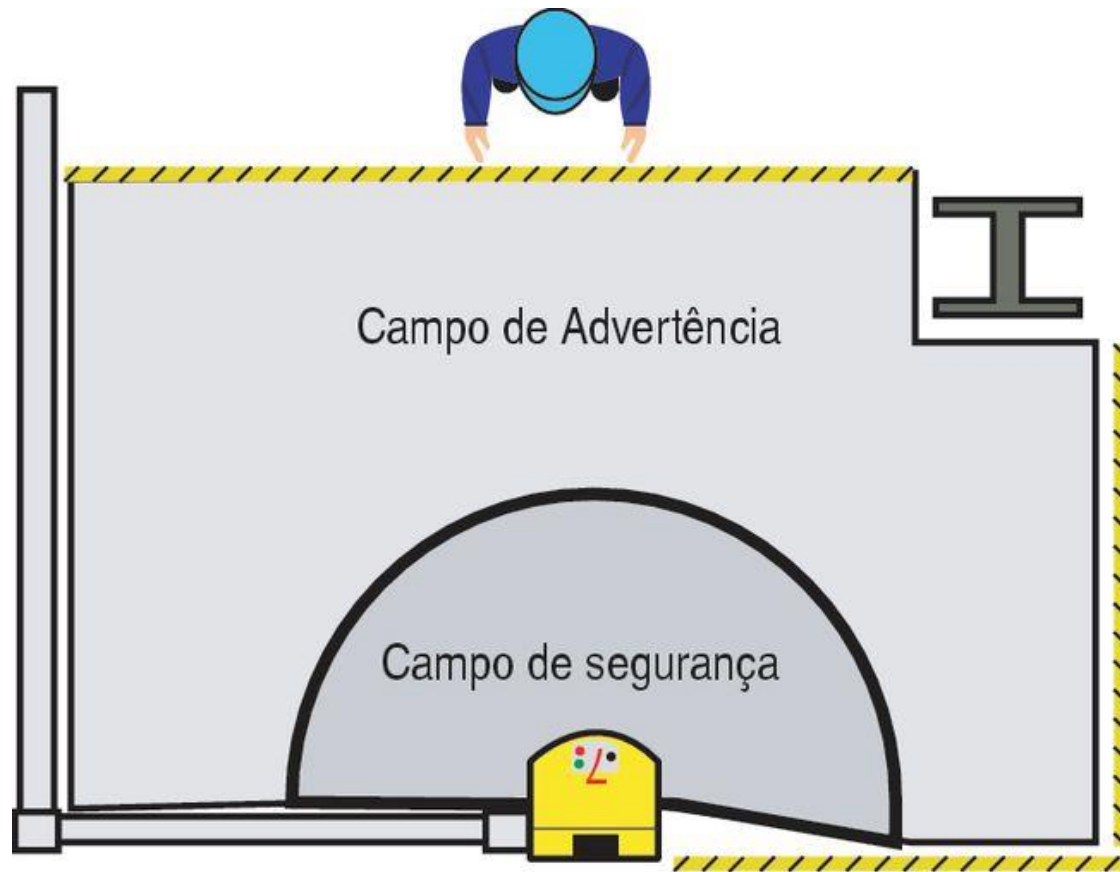




# Scanners a laser

- Os scanners a laser criam duas zonas
  - 1) uma zona de alerta: fornece um sinal de que não desliga o perigo e informa às pessoas que elas estão se aproximando da zona de segurança
  - 2) uma zona de segurança: quando um objeto entra, faz o scanner a laser emitir uma ordem de parada; as saídas dos controladores se desligam.

# Scanners



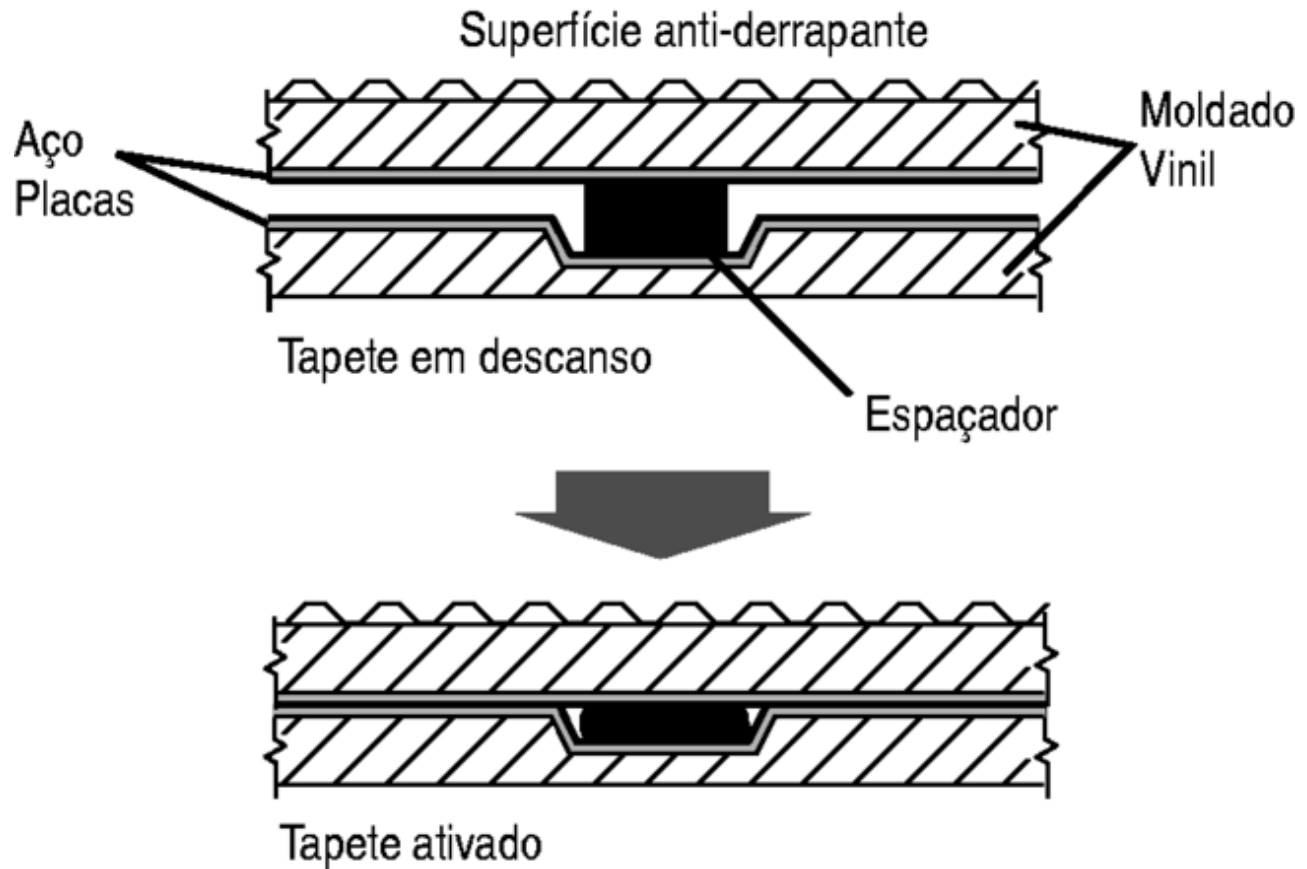




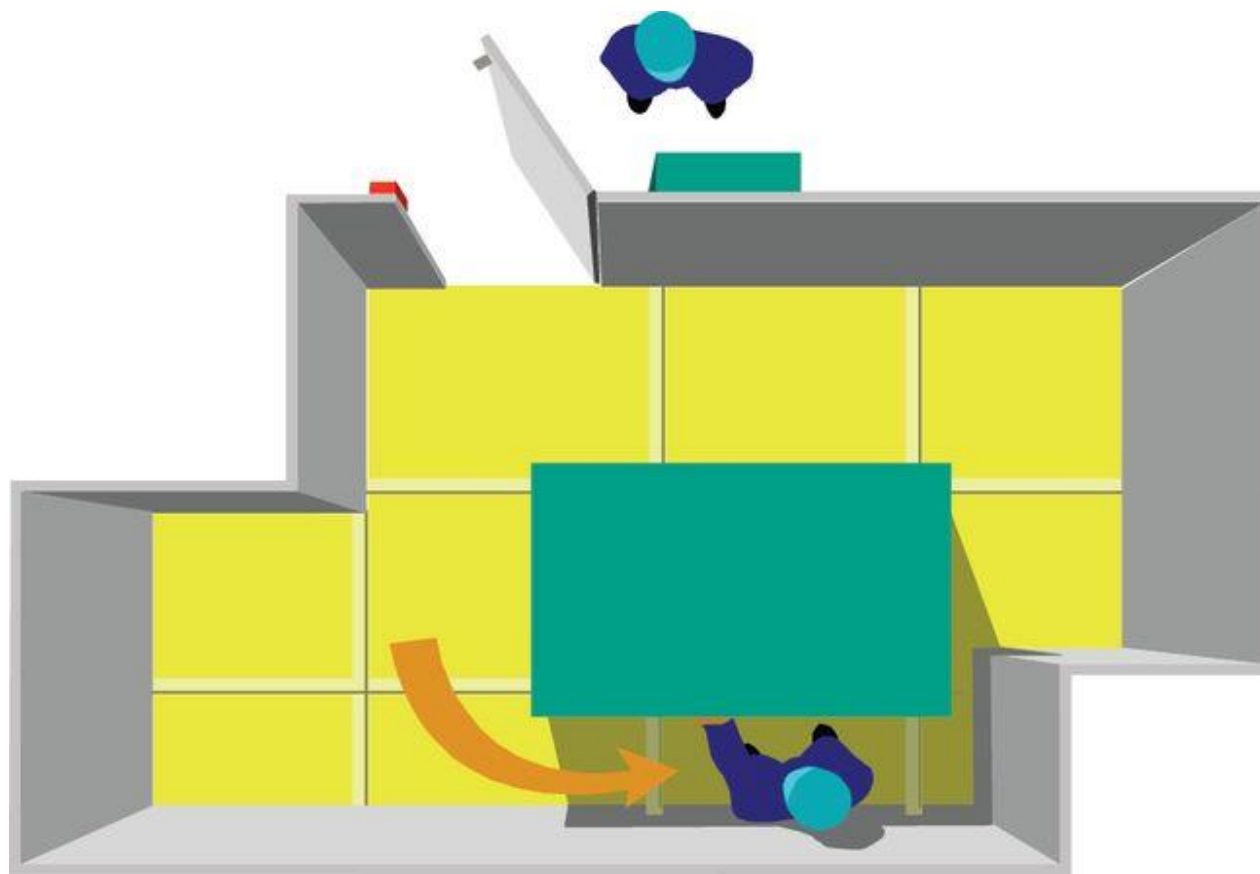
# Tapetes de segurança sensíveis a pressão

- Usados para a vigilância de uma área em torno de uma máquina
- Uma matriz de tapetes interligados é definido em torno da área de risco e a pressão aplicada ao tapete (por exemplo, passos de um operador) fará com que a unidade controladora do tapete desligue a alimentação do perigo.

# Tapetes de Segurança



# Tapetes de Segurança





# Nota Final

- Visão Computacional não foi abordada nesta aula.
- É o sensor que provê a maior quantidade de informações.
- Terá aula própria.



# Conclusão

- Manipuladores provém movimentos similares ao de um braço humano.
- Atuadores são quem realmente realizam a maioria dos trabalhos, com o manipulador os posicionando no lugar certo.
- Sensores permitem ao robô um maior controle sobre si mesmo e sobre o ambiente onde atuam.
- O controle é o cérebro do robô.





# Links da aula

- [http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iv/otm\\_iv\\_4.htm](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iv/otm_iv_4.htm)
- [www.eh.doe.gov/docs/osh\\_tr/ch1a.html](http://www.eh.doe.gov/docs/osh_tr/ch1a.html)
- <http://prime.jsc.nasa.gov/ROV/types.html>
- <http://www.fortunecity.com/campus/law/365/definitions.htm>
- [http://wwwrobot.gmc.ulaval.ca/recherche/recherche\\_a.html](http://wwwrobot.gmc.ulaval.ca/recherche/recherche_a.html)
- <http://robonaut.jsc.nasa.gov/robonaut.html>
- <http://www.denso-robotics.com/video.html>
- [http://www-robot.mes.titech.ac.jp/robot/snake/ct\\_arm/ct\\_e.html](http://www-robot.mes.titech.ac.jp/robot/snake/ct_arm/ct_e.html)
- <http://www.sciencetoymaker.org/robotFinger/assembl.html>
- <http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131359/Dispositivos-de-detec-o.html>

# Fim

