

SERVOMECANISMO

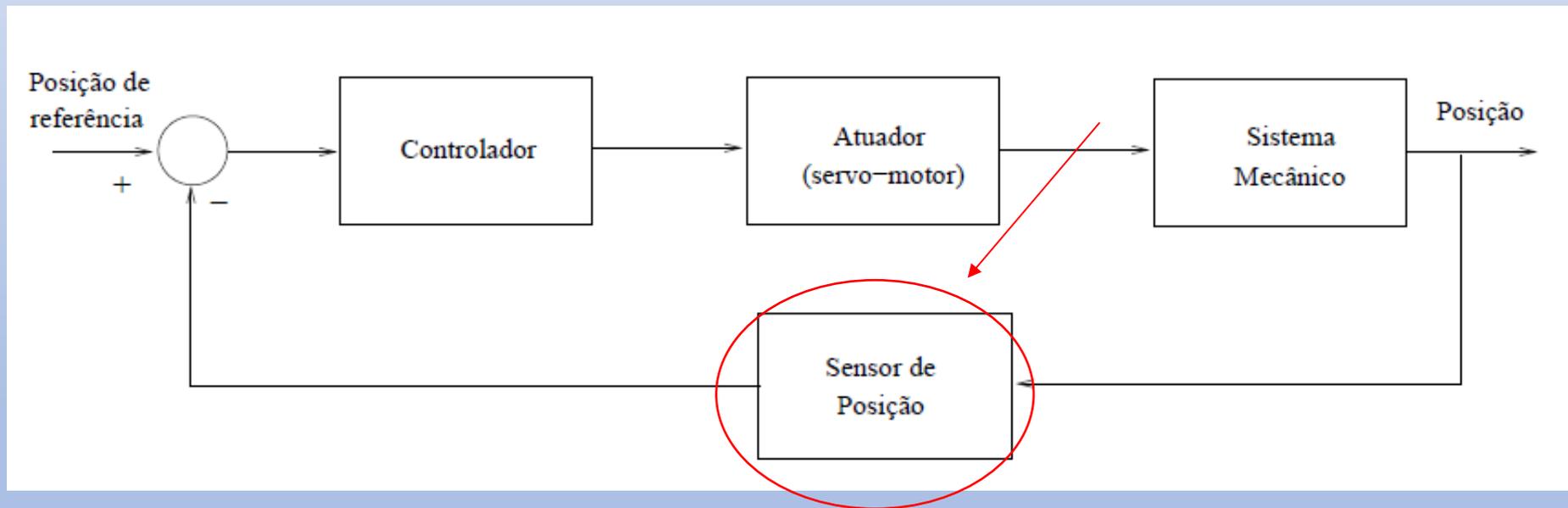
Encoder e Resolver

Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Diagrama de um servomecanismo

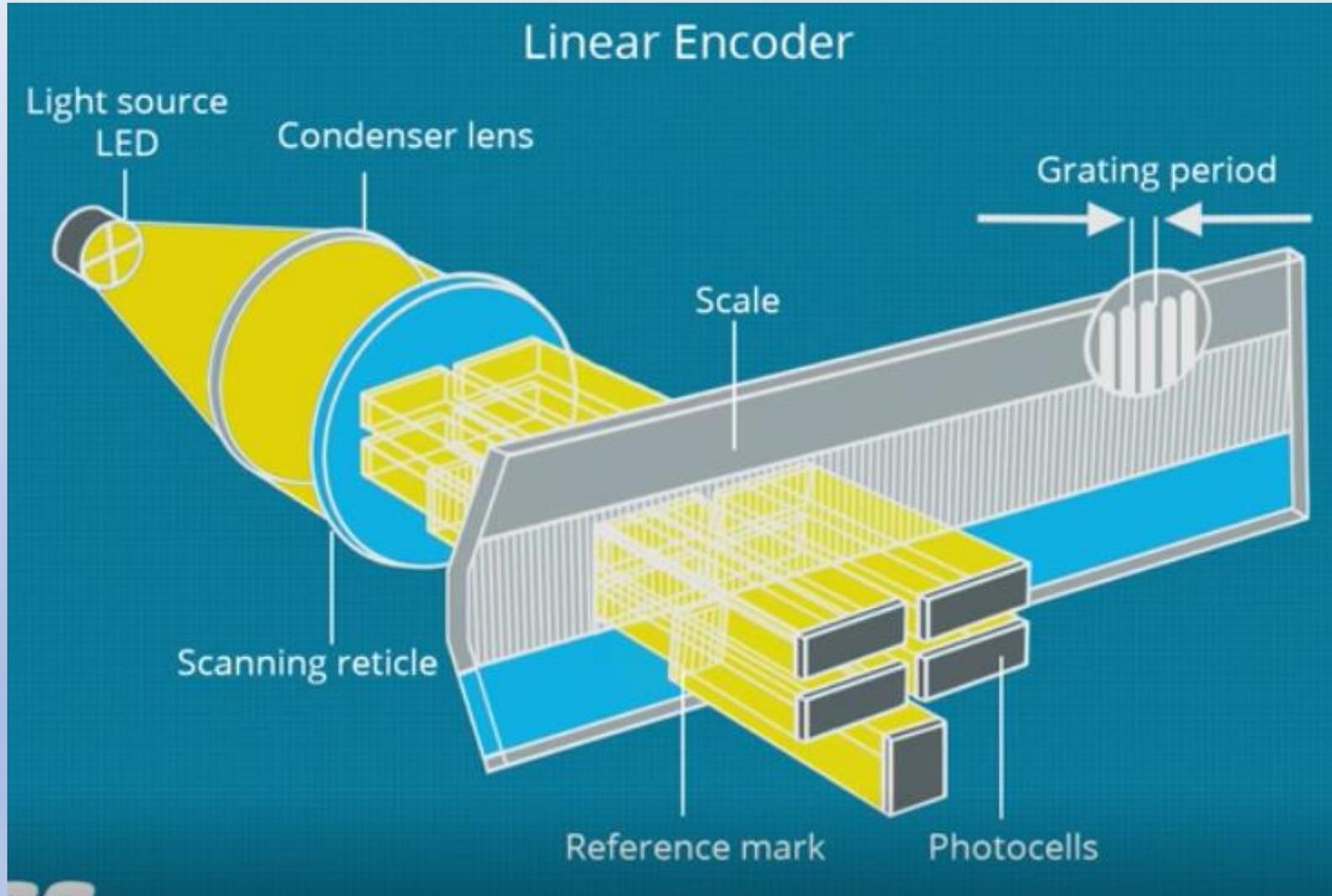


Encoder

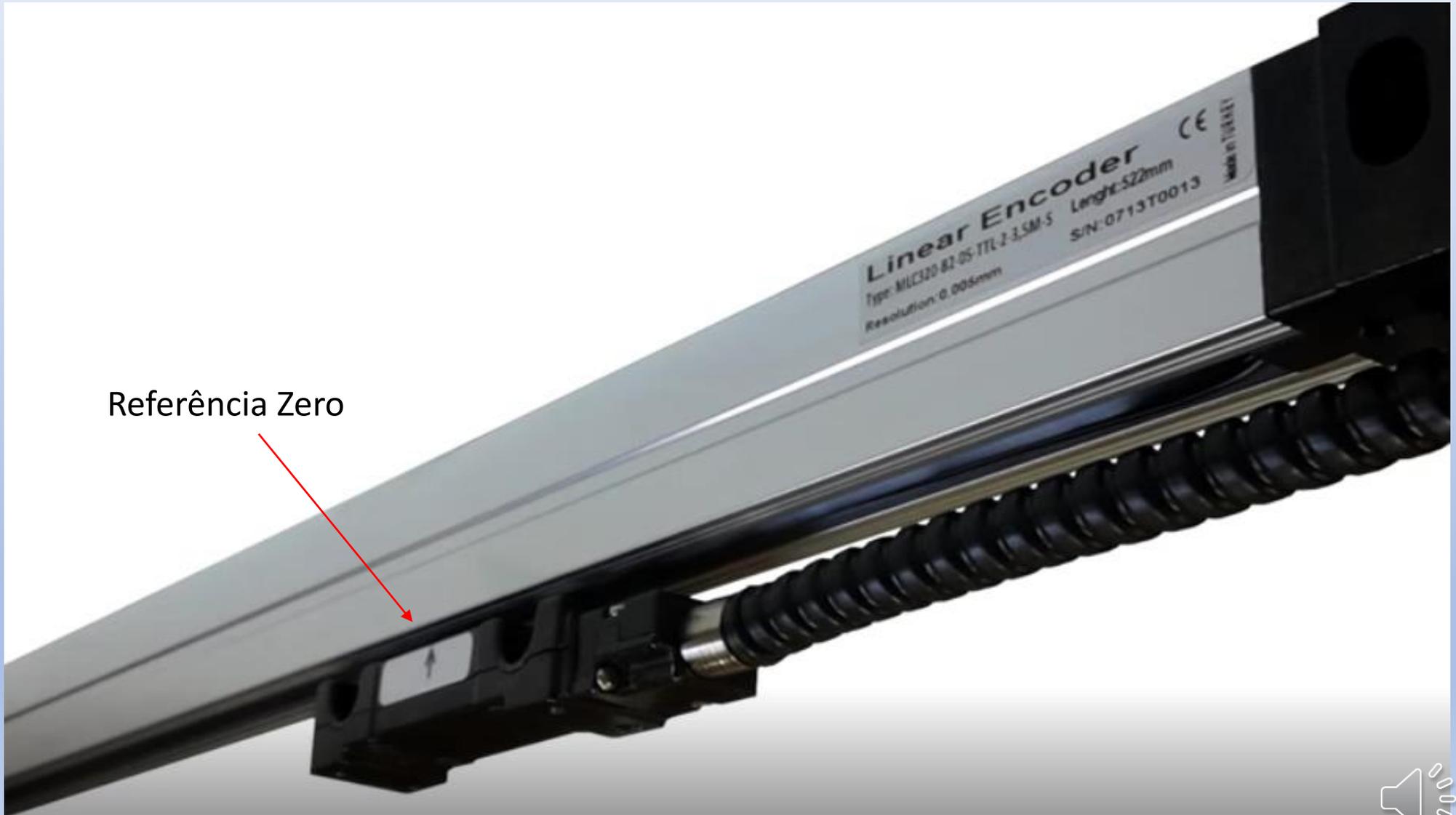
- ❑ Encoder são dispositivos/sensores eletromecânicos cuja funcionalidade é transformar posição em sinal elétrico digital.
- ❑ Com a utilização de encoders é possível quantizar posição, direção, velocidade, ângulos, contagem, realizar posicionamentos, rotacionar braços robóticos e etc.
- ❑ Podem ser:
 - ❖ Linear
 - ❖ Rotativo



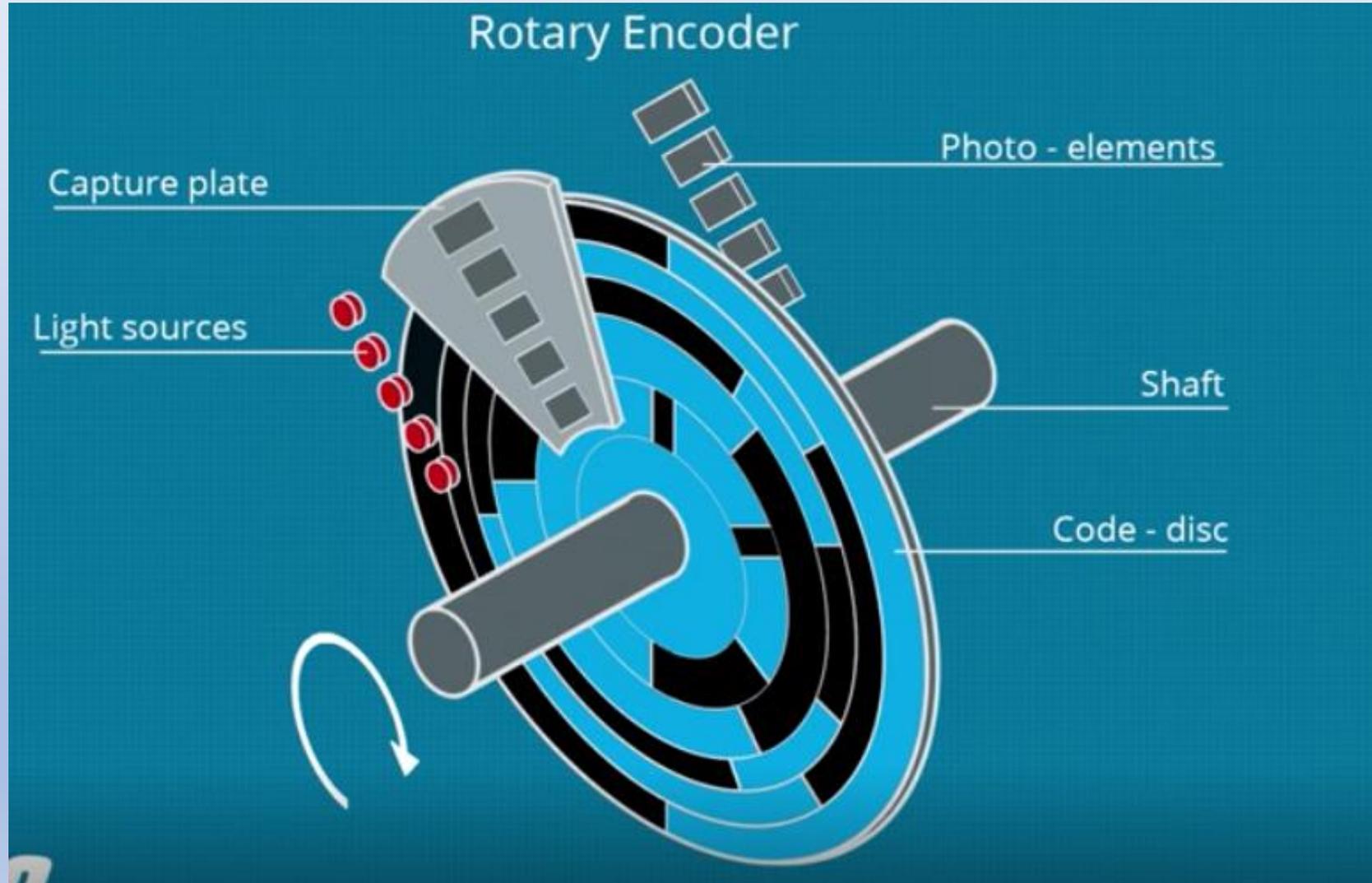
Encoder Linear



Encoder Linear



Encoder Rotativo



Encoder Rotativo

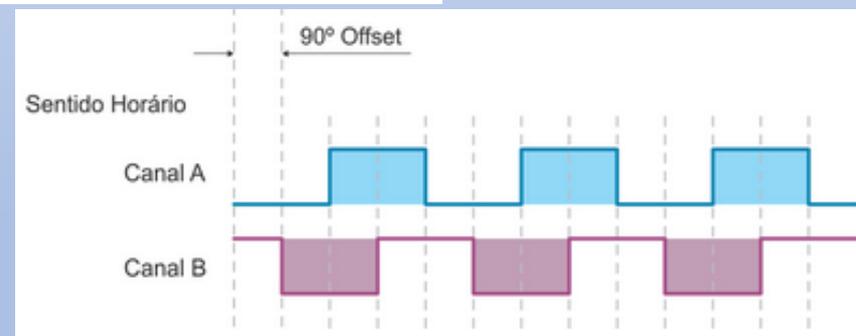
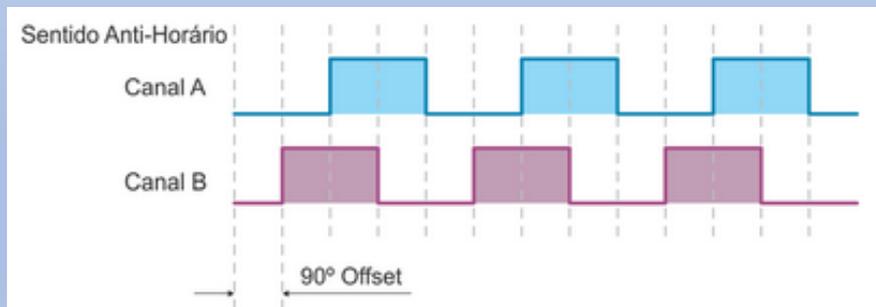
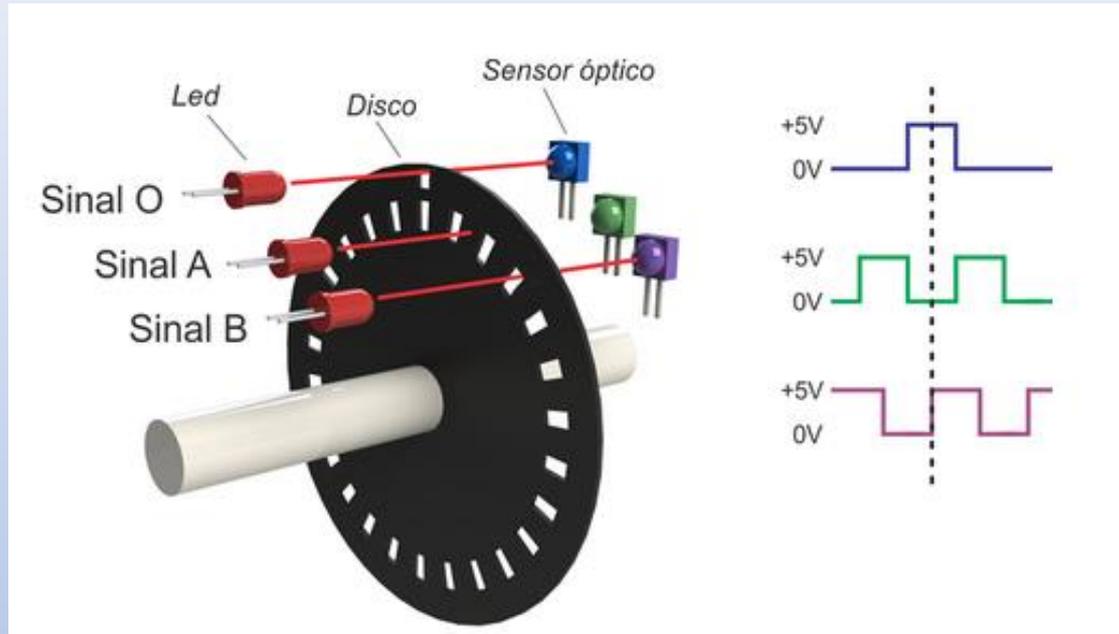


Encoder Rotativo Incremental

- ❑ O encoder óptico incremental, o mais comum do mercado, possui 3 sinais de saída: "A", "B" e "O"/ "Z". Com esses sinais adquire-se o ângulo de rotação, o sentido da rotação e o início/fim de uma volta.
- ❑ O sinal A é o sinal principal, que fornece os pulsos (ou clock) a medida que o encoder gira. O sinal B é equivalente ao sinal A, porém defasado em + ou -90° , cujo objetivo é sinalizar o sentido da rotação, e o sinal O (ou Z ou I) indica o início de uma revolução.
- ❑ O encoder incremental indica a posição relativa ao ponto onde o encoder foi ativado (referencial – zero).



Encoder Rotativo Incremental



https://www.youtube.com/watch?v=zzHcsJDV3_o

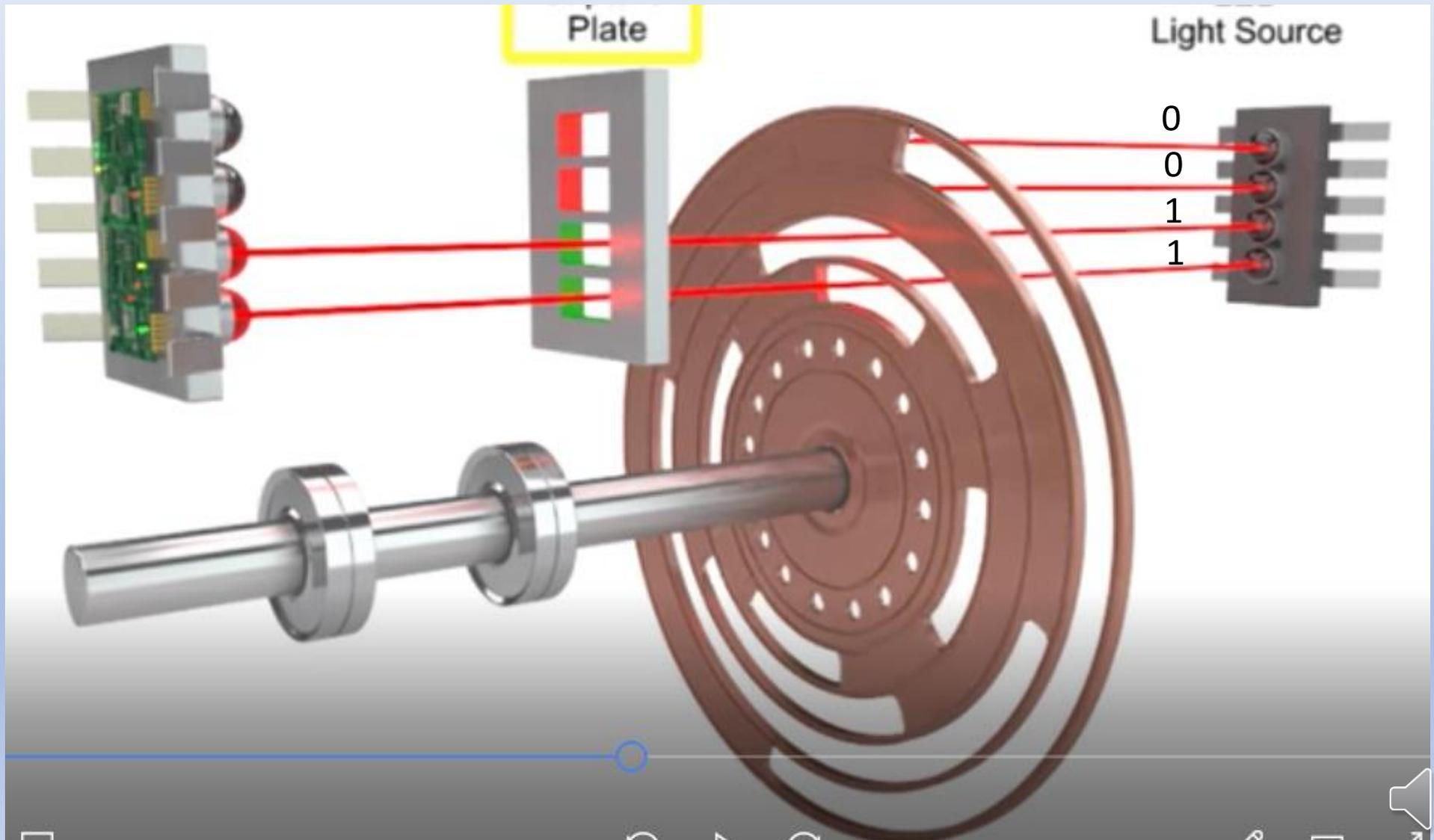


Encoder Rotativo Absoluto

- ❑ A resolução é representada em bits que correspondem ao número de faixas disponíveis no sensor, por exemplo como um encoder absoluto de 4 bits irá gerar uma representação de posição absoluta de 16 valores.
- ❑ A grande vantagem do encoder absoluto é que, em qualquer momento, independente por exemplo de uma queda de energia, é possível saber a posição do dispositivo sem necessidade de ressincronizar a posição.
- ❑ São encoders mais complexos, e mais caros. Indicam a posição absoluta, através de saídas digitais codificadas em um valor binário ou via comunicação.

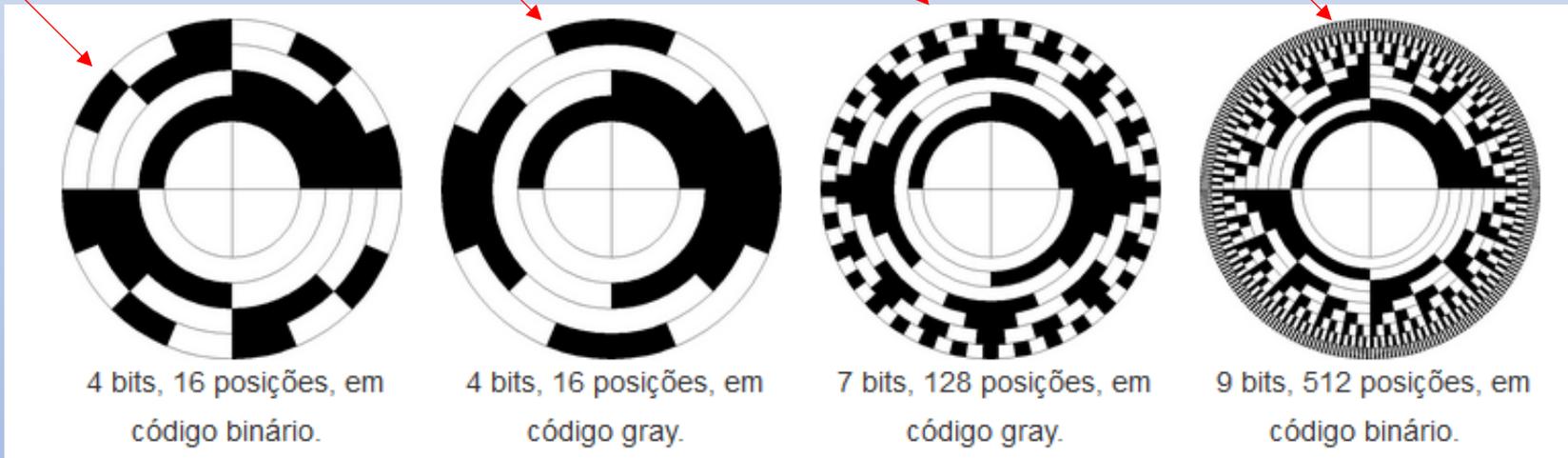


Encoder Rotativo Absoluto



Encoder Rotativo Absoluto

❑ Discos de Encoders Absolutos



<https://www.youtube.com/watch?v=CHE1imH9tdg>



Qual a diferença entre Encoder Incremental e Encoder Absoluto?

- ❖ O encoder incremental possui um importante diferencial em relação ao encoder absoluto: a **posição** do **encoder incremental** é **dada por pulsos a partir do pulso zero**.
- ❖ Enquanto a **posição** do **encoder absoluto** é determinada pela **leitura de um código** e este é único para cada posição do seu curso;

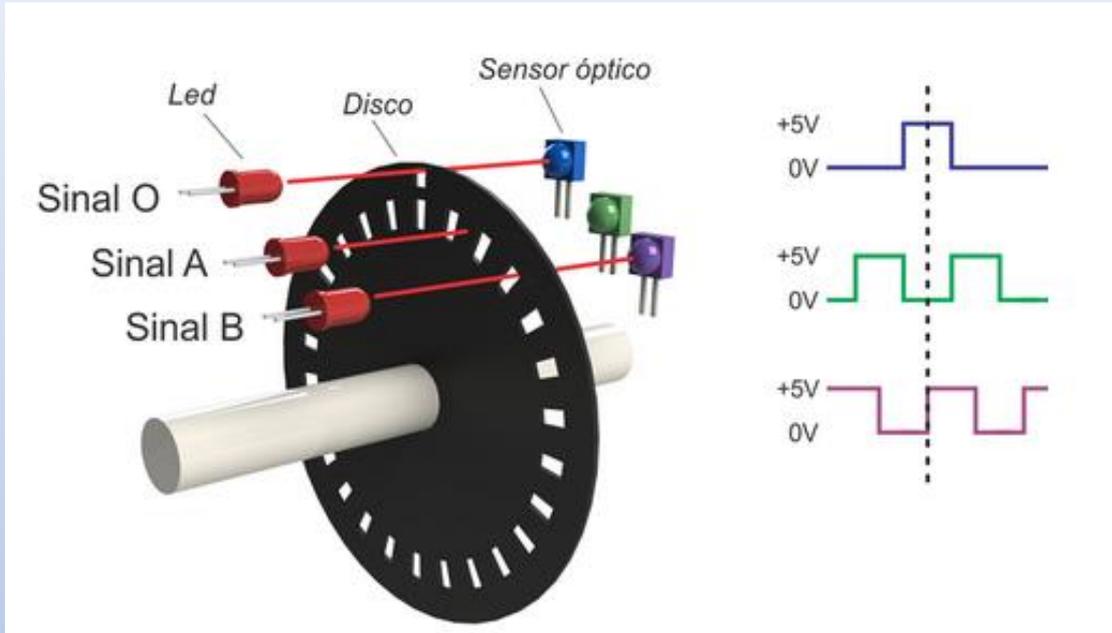


Qual a diferença entre Encoder Incremental e Encoder Absoluto?

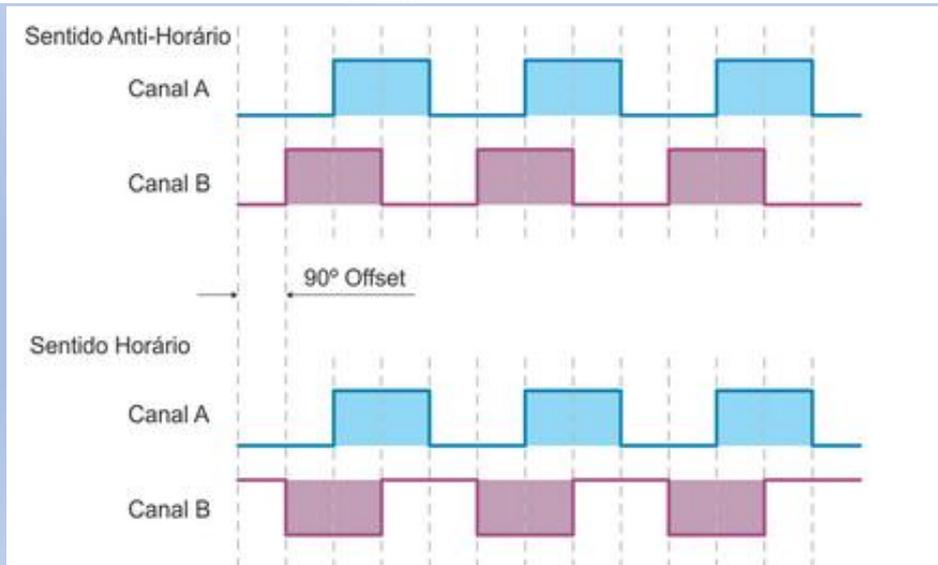
- ❖ Conseqüentemente os **encoders absolutos** não perdem a real posição no caso de uma eventual queda da tensão de alimentação (até mesmo se deslocados).
- ❖ Quando voltar a energia ao sistema, a posição é atualizada e disponibilizada para o mesmo (graças ao código gravado no disco do encoder) e, com isso, não se precisa ir até a posição zero do encoder para saber a sua localização como é o caso do incremental.



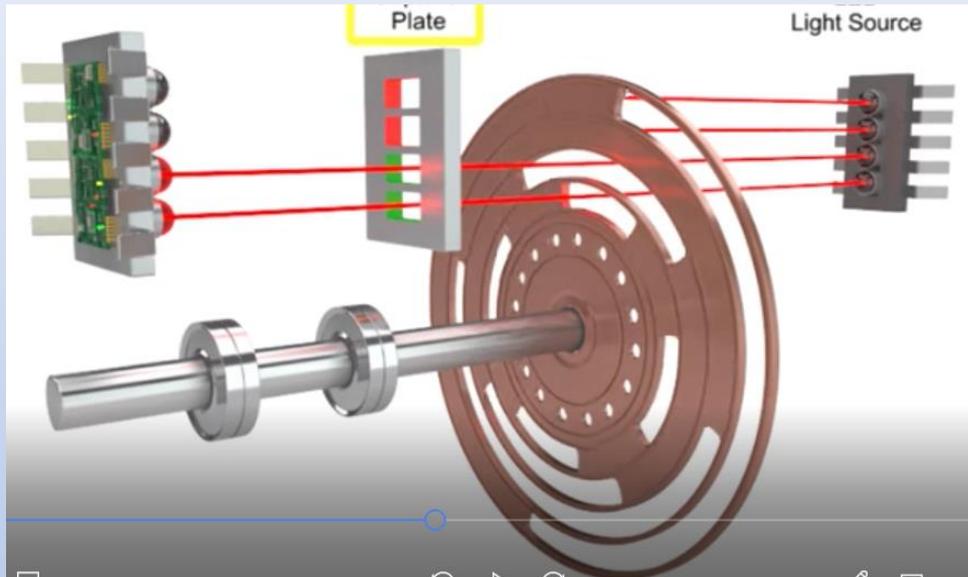
Encoder Incremental



Durante uma queda de energia o encoder incremental perde a posição. Deve retornar a posição inicial (zero) para recomençar a contagem de pulsos.



Encoder Absoluto



Durante uma queda de energia o encoder absoluto não perde a real posição.
Quando voltar a energia ao sistema, a posição é atualizada e disponibilizada para o mesmo, graças ao código gravado no disco do encoder.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

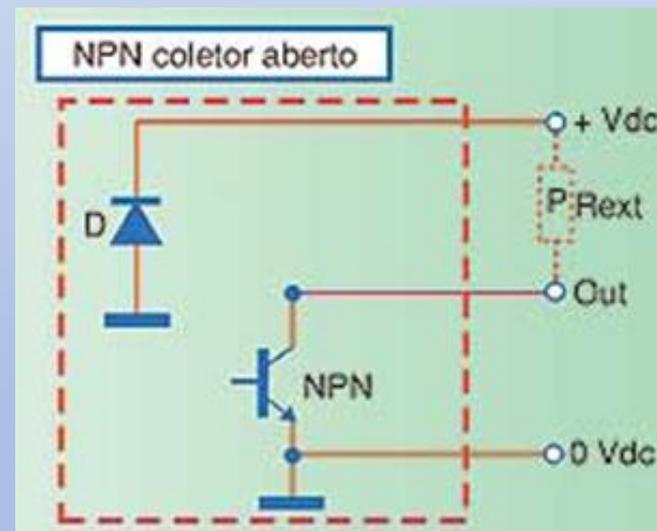
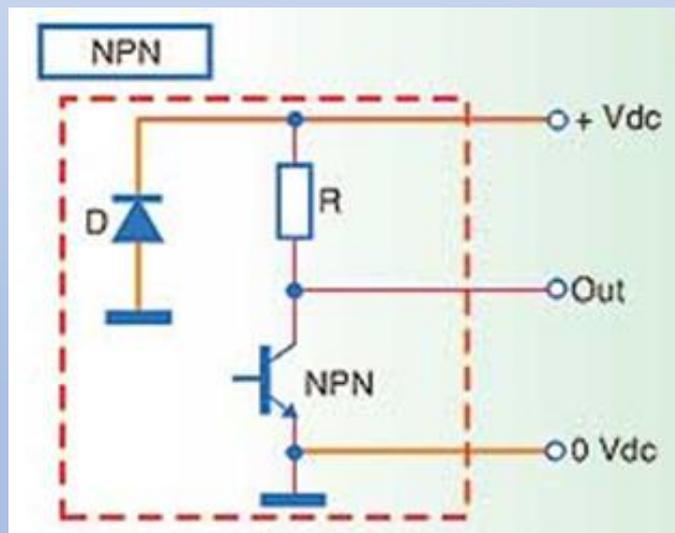
- Independentemente do tipo de encoder a ser utilizado, este tem que enviar os pulsos ou os valores de contagem através de um circuito eletrônico de saída do sinal, para que a posterior interpretação dos dados seja feita por uma placa de um CLP, CNC, Robô ou até mesmo circuitos dedicados com microcontroladores.
- A tendência hoje é a utilização de encoder com saída para rede Fieldbus como, por exemplo:
 - Interbus;
 - Profibus;
 - Device Net;
 - CAN.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

❑ Saída NPN e NPN Coletor aberto:

- ❖ É composto apenas por um transistor do tipo NPN e um resistor na configuração pull-up, o qual polariza o transistor em seu ponto quiescente. Esse circuito é similar a lógica TTL e por essa razão é considerado compatível com ela.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

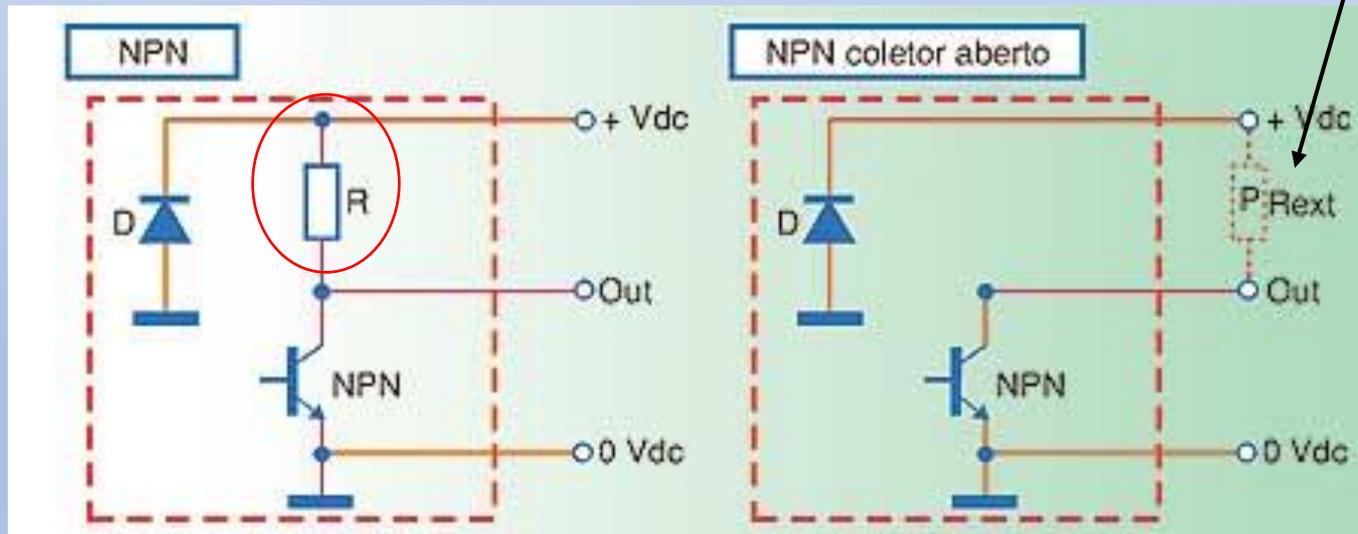
❑ Saída NPN e NPN Coletor aberto:

- ❖ Quando dimensionado corretamente, na saturação do transistor a saída chega aproximadamente a 0 V, e no corte a tensão de saída fica próximo à tensão de alimentação.
- ❖ O comportamento do circuito fica comprometido pelo aumento da distância do cabo até a carga, pela frequência dos pulsos a serem transmitidos e pelo aumento da carga.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

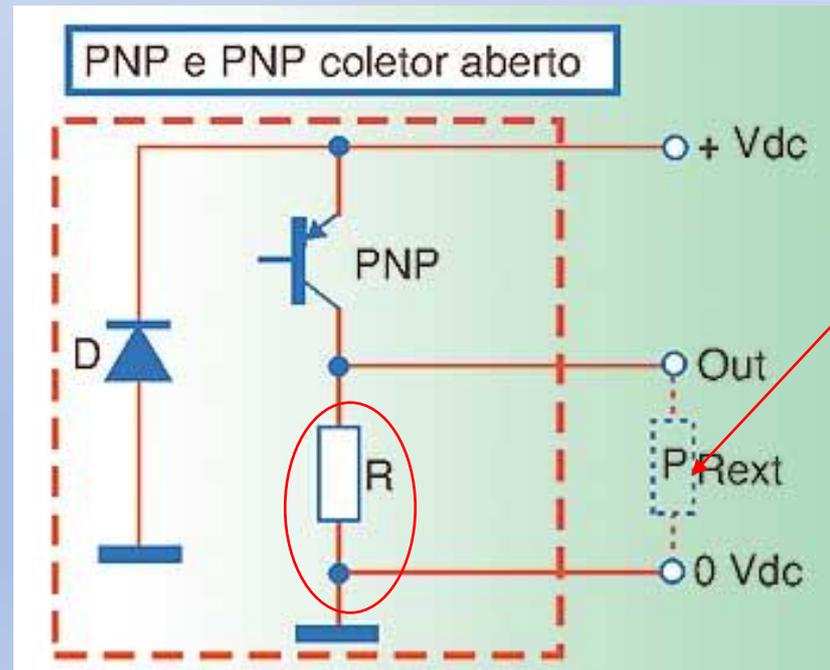
- Assim, para uma aplicação ideal esses parâmetros devem ser levados em consideração. A saída em coletor aberto se diferencia pela falta do resistor de polarização. Com isso, quem polariza o transistor é a própria carga, permitindo que se obtenham diferentes níveis de sinais na carga.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

❑ Saída PNP e PNP Coletor aberto:

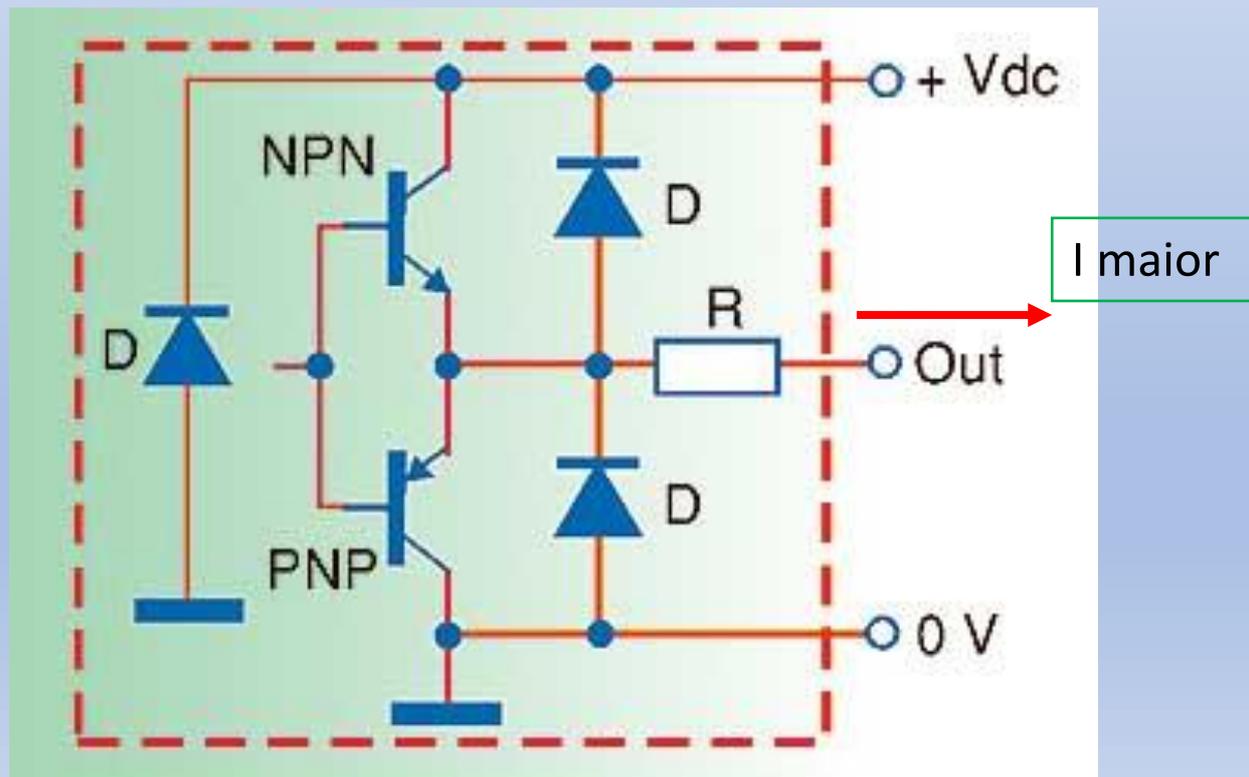
- ❖ Tomemos as mesmas considerações do circuito NPN. A principal diferença está no transistor, que é do tipo PNP, e por isso seu emissor está no positivo da fonte. O resistor quando presente serve como pull-down para o circuito de saída.



TIPOS DE SINAL DISPONÍVEIS NA SAÍDA DO ENCODER

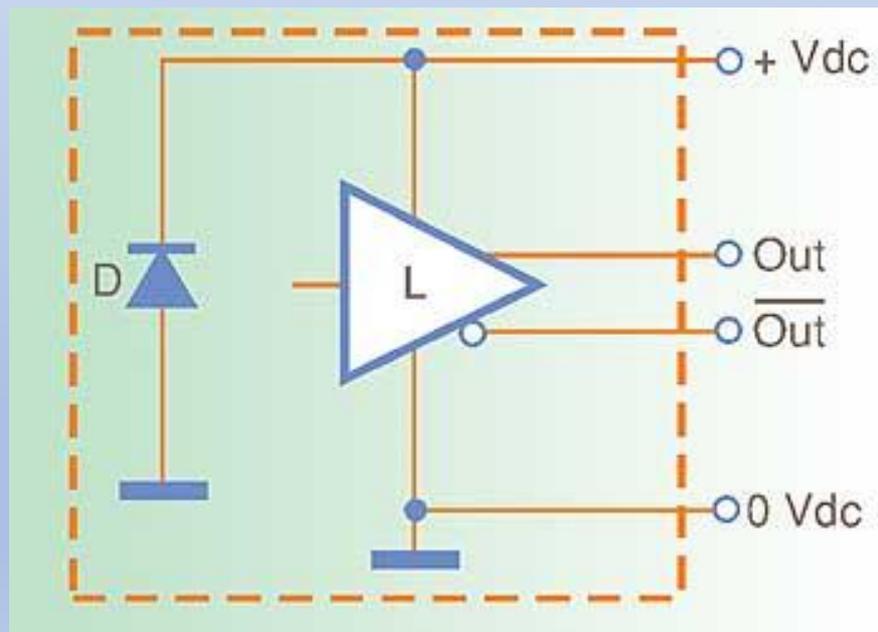
❑ Saída Push-Pull:

- ❖ Solução para quando o circuito fica comprometido pelo aumento da distância do cabo até a carga.



❑ Saída com Drive de Linha:

- ❖ Este é utilizado em ambientes sujeitos a distúrbios elétricos ou onde a distância do encoder até a carga seja muito grande. A transmissão dos sinais se dá de forma complementar. Por isso, o distúrbio elétrico é reduzido substancialmente (desde que o cabo seja blindado e trançado), essas interferências são chamadas interferências em modo comum.



Sensores de Posição Eletromagnéticos

□ Resolvers

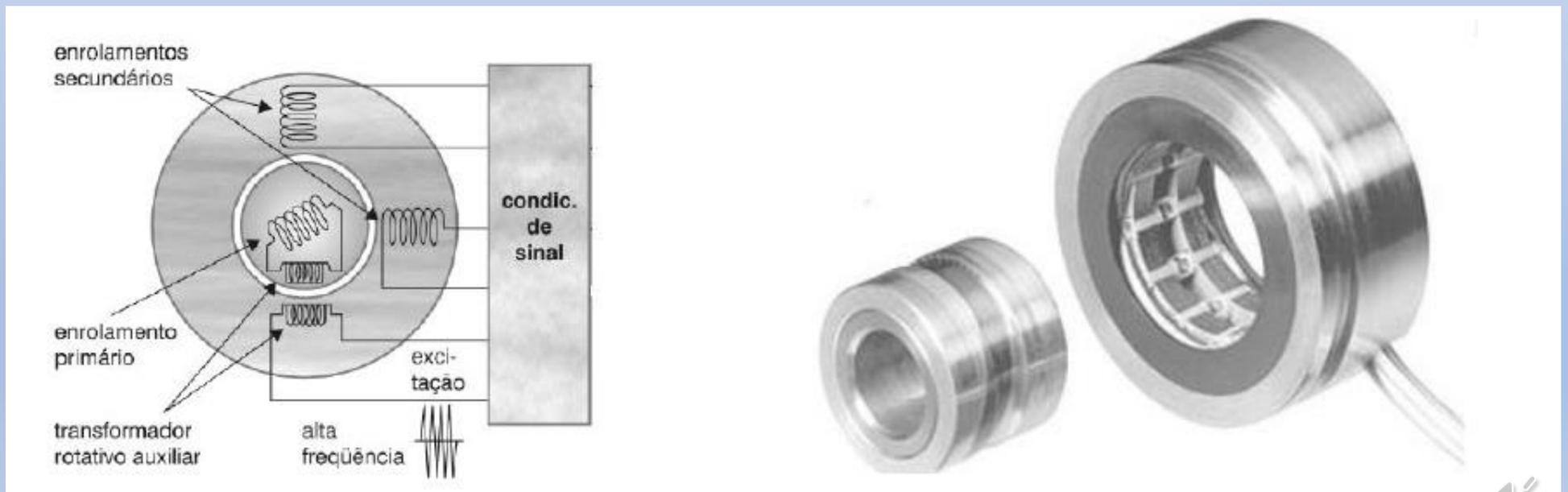
- ❖ Os *resolvers* não são mais do que transformadores de alta frequência, onde o seu primário é girante e está acoplado ao rotor do servomotor.
- ❖ Este possui dois secundários em quadratura que se encontram na sua parte estática.
- ❖ O seu funcionamento é baseado nas amplitudes e fases das tensões induzidas nos dois secundários, que são função da posição do rotor.
- ❖ Outro circuito analisa as tensões induzidas e fornece uma tensão proporcional à posição do rotor.



Transdutores Eletromagnéticos

□ Resolvers

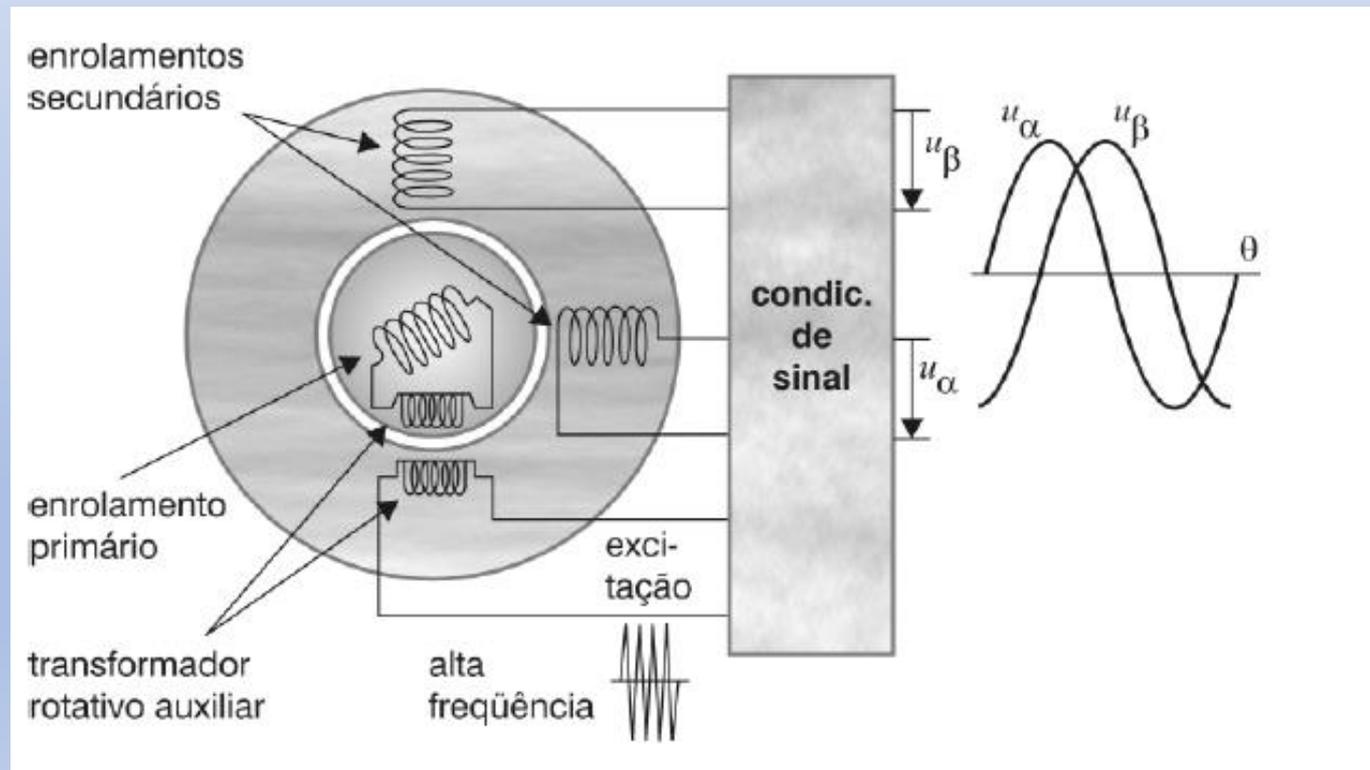
- ❖ A posição inicial do *resolver* é feita na fábrica no ato da montagem do servomotor e só pode ser alterada perante a abertura e remontagem do servomotor. Este tipo de sensor é muito utilizado em servomotores, aliando ao seu baixo custo uma boa precisão. As figuras a seguir representam esquematicamente e fisicamente um resolver.



Transdutores Eletromagnéticos

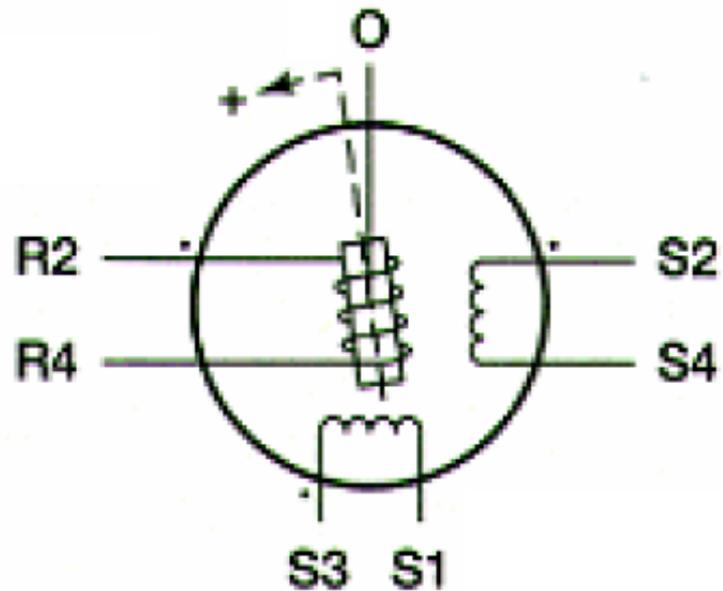
□ Resolvers

- ❖ O primário está situado no rotor e existem dois secundários em quadratura no estator. As amplitudes e fases das tensões induzidas nos secundários são função da posição do rotor. Um circuito condicionador processa as tensões induzidas nos secundários fornecendo uma tensão proporcional à posição.



Transdutores Eletromagnéticos

- Resolver
 - Princípio de Funcionamento
 - Explora a variação do acoplamento magnético entre o enrolamento primário e os enrolamentos secundários

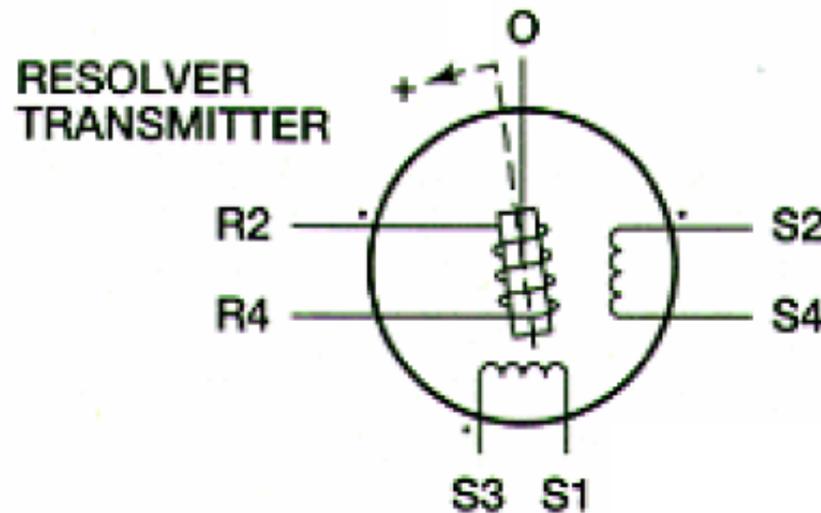


Transdutores Eletromagnéticos

- Resolver
 - Função de Transferência

$$V_{S13}(t) = \text{sen}(\theta)V_{R24p}\text{sen}(\omega t)$$

$$V_{S24}(t) = \text{cos}(\theta)V_{R24p}\text{sen}(\omega t)$$



$$V_{R24p} = 2 \text{ a } 40V_{RMS}$$

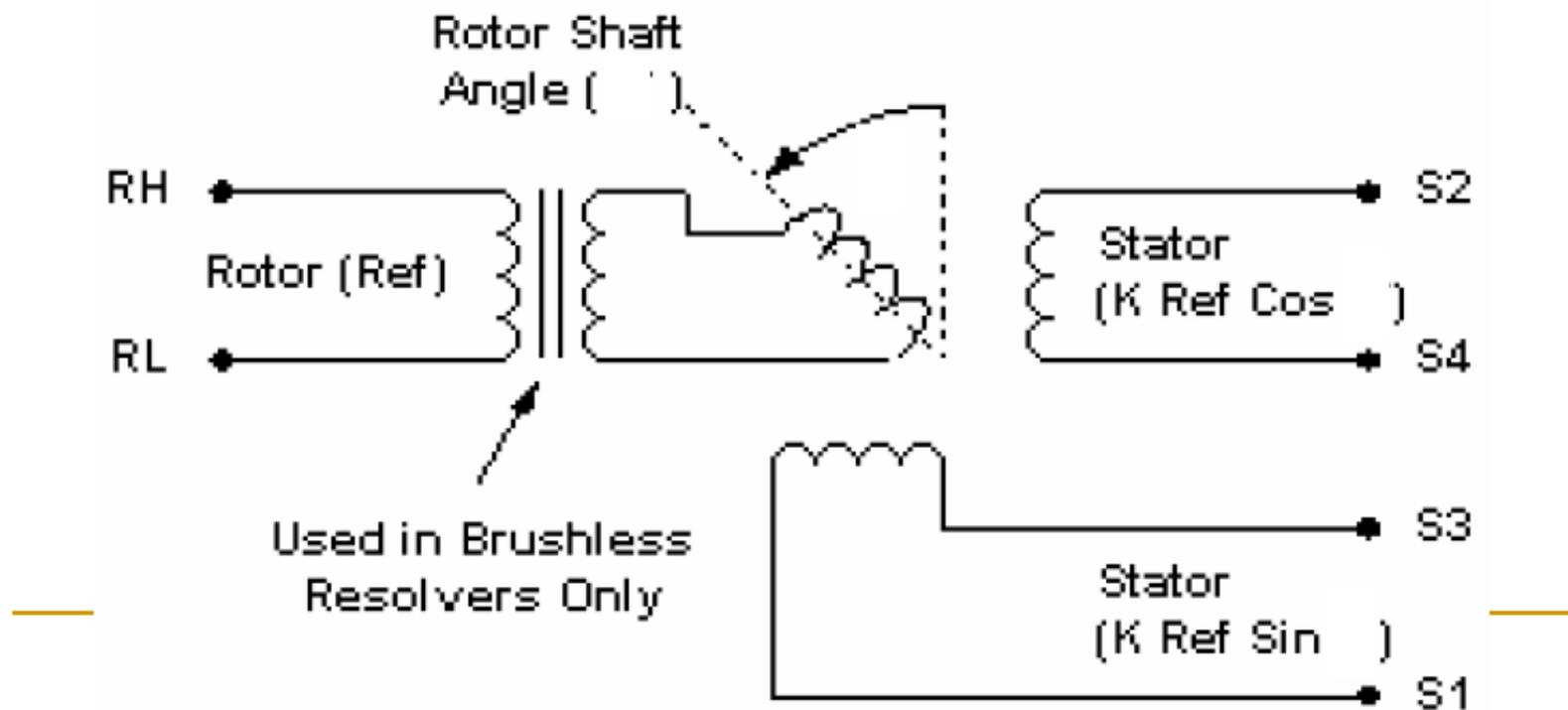
$$f = 400\text{Hz a } 10\text{kHz}$$

Exatidão de
0,008° a 0,08 °



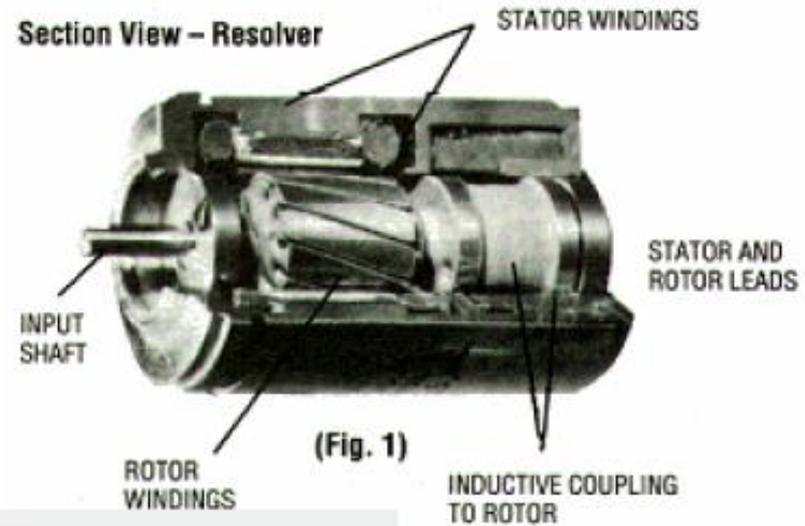
Transdutores Eletromagnéticos

- Resolver
 - Detalhes Construtivos
 - Transformador Rotativo para evitar o uso de escovas na excitação do rotor



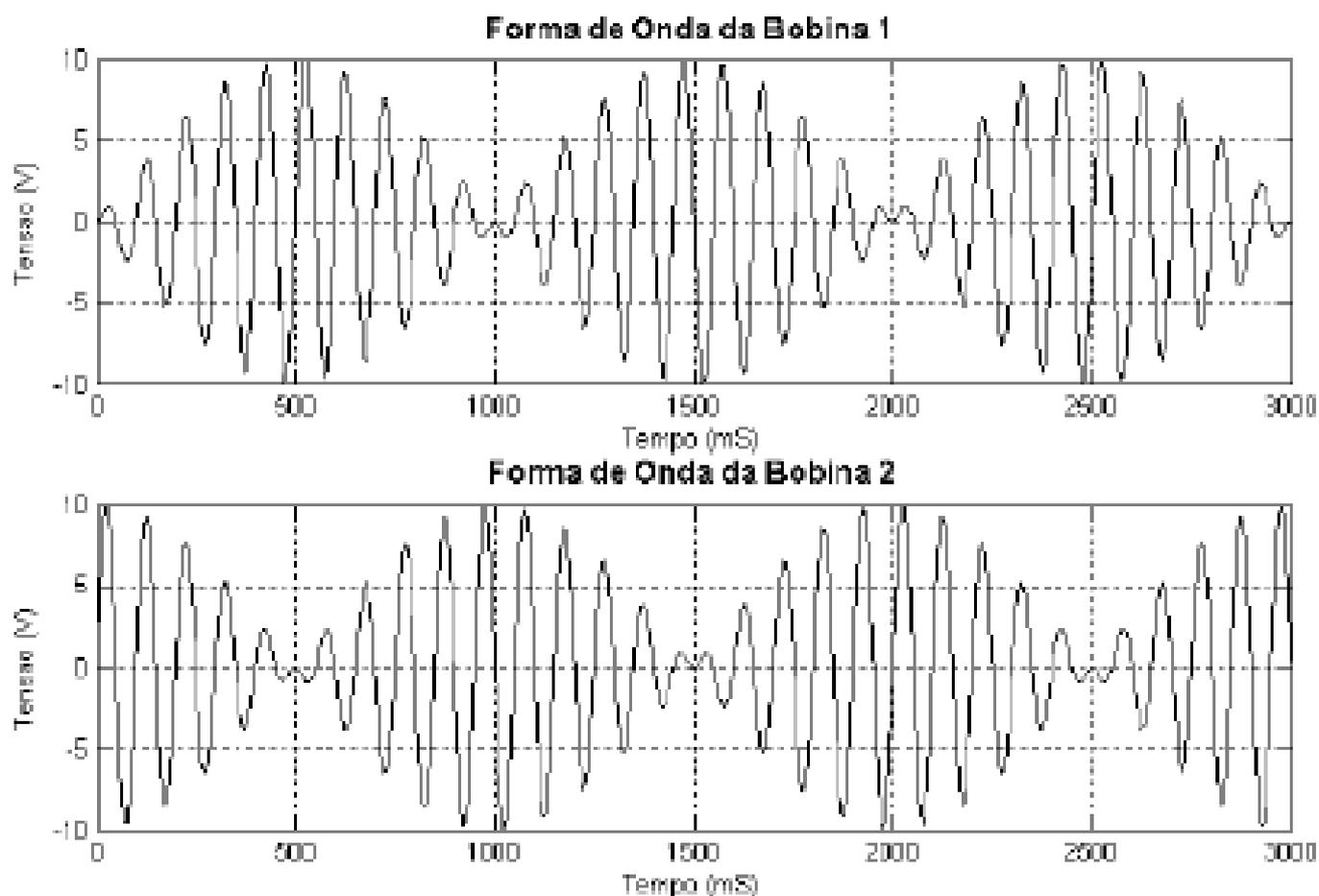
Transdutores Eletromagnéticos

- Resolver
 - Detalhes Construtivos



Resolver

Abaixo temos as formas de onda das bobinas do estator de um resolver em movimento.



Verifique a formas da senóide parece haver uma Segunda senóide encavalada sobre a primeira. É o efeito modulador que o giro do rotor tem sobre a tensão induzida nas bobinas 1 e 2 do estator.



Conclusões



https://www.youtube.com/watch?v=zzHcsJDV3_o

<https://www.youtube.com/watch?v=CHE1imH9tdg>

<https://www.youtube.com/watch?v=-Qk--Sjgq78>

<https://www.youtube.com/watch?v=7PKJ52b1Qvs>

http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Acionamento_07_Encoder_e_Resolver-2.pdf

<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/n7srv>