

PARAMETRIZANDO O ENCODER INCREMENTAL PROGRAMÁVEL DSF60B PARA SUBSTITUIR ENCODERS CONVENCIONAIS

Orlando Rosa Junior, E-mail: orlandorosajunior@hotmail.com

Moisés Ferreira Fonseca, E-mail: moisesferreirafonseca@gmail.com

Elias Alves da Cunha (SENAI-SP), E-mail: elias.c@sp.senai.br

José Antônio Peixoto Cunha (SENAI-SP), E-mail: jose.peixoto@sp.senai.br

Resumo: Este artigo aborda a substituição de encoders incrementais convencionais por encoders incrementais programáveis, uma solução essencial para superar limitações dos sistemas de automação industrial. Os encoders convencionais são estáticos e muitas vezes inadequados para cenários que exigem flexibilidade e adaptação. Apresentou-se uma solução flexível, usando um encoder programável e o software SOPAS para sua programação comparada a um encoder incremental convencional, analisando as particularidades de cada um dos dispositivos. O método de pesquisa exigiu a análise de cada hardware, identificando pontos de divergência entre cada um dos elementos. Isso incluiu a configuração da comunicação com o encoder, a seleção de parâmetros como número de pulsos ou resolução, defasagem e interface elétrica e a visualização em tempo real dos valores de posição. Os resultados alcançados incluíram a versatilidade obtida no uso dos encoders programáveis, uma vez que diversas configurações são mutáveis e podem se adaptar a necessidades do processo, enquanto o encoder convencional traz um hardware pouco adaptável a mudanças. Além disso, destacou-se a capacidade de um único encoder programável substituir diversos modelos convencionais, simplificando a gestão de estoque e reduzindo custos. No geral, a programação do encoder incremental programável por meio do SOPAS apresentou a versatilidade que os encoders convencionais não possuem. A utilização dessa tecnologia pode otimizar processos industriais, melhorar a eficiência e contribuir para um controle mais preciso nas operações industriais modernas.

Palavras-chave: encoders, automação industrial, indústria 4.0, dispositivos inteligentes.

PARAMETRIZING A PROGRAMMABLE INCREMENTAL ENCODER DSF60B FOR CONVENTIONAL ENCODERS REPLACEMENT

Abstract: This article discusses the replacement of conventional incremental encoders with programmable incremental encoders, a crucial solution for overcoming limitations in industrial automation systems. Conventional encoders are static and often inadequate for scenarios that require flexibility and adaptability. A flexible solution was introduced using a programmable encoder and SOPAS software for its programming, compared to a conventional incremental encoder, analyzing the specific characteristics of each device. The research method involved analyzing each hardware, identifying points of divergence between each of the elements. This included configuring communication with the encoder, selecting parameters such as pulse count or resolution, phase shift, electrical interface, and real-time visualization of position values. The results achieved included the versatility obtained in the use of programmable encoders, as various configurations are changeable and can adapt to process needs, while the conventional encoder brings hardware that is less adaptable to changes. Additionally, it highlighted the ability of a single programmable encoder to replace multiple conventional models, simplifying inventory management and reducing costs. Overall, programming the programmable incremental encoder through SOPAS provided the versatility that conventional encoders lack. The use of this technology can optimize industrial processes, improve efficiency, and contribute to more precise control in modern industrial operations.

Keywords: encoders, industrial automation, industry 4.0, intelligent devices.

1. Introdução

Nos cenários industriais em constante evolução, a busca por maior eficiência e flexibilidade impulsiona a constante inovação. No entanto, essa jornada não é isenta de desafios, especialmente quando se trata da adaptação dos sistemas de automação às

demandas em constante mudança.

Os *encoders* são dispositivos de controle de movimento angular e são acoplados aos mais diversos sistemas eletromecânicos. A evolução desses sistemas chegou ao nível abordado por GURAUSKIS, KILIKEVICIUS e KASPARAITIS (2021), onde foi necessária a correção de um sinal oriundo de um *encoder*. Foi criada uma aplicação que realizava a leitura de posição, por meio de um *encoder* e fazia uma compensação por conta da variação de temperatura, usando um sistema de controle por *field programmable gate array* (FPGA). Esta aplicação pode dar margem a construção de um transmissor compensador de sinais de um *encoder*. A melhoria na leitura chegou a 98% durante o estudo. Isto indica que até mesmo um dispositivo já consolidado há oportunidades de melhoria de hardware e software.

HAN et al (2020) abordou um caso semelhante, onde *encoders* de alta precisão receberam novas interfaces e incrementos, visando aumentar a taxa de transmissão. Além disso, este tipo de *encoder* consegue operar *multi eixos*, isto é, consegue perceber variações angulares em diversos eixos, aumentando inclusive a observação de deslocamento irregular em algum eixo não previsto no sistema mecânico.

Entre os obstáculos encontrados, destaca-se a limitação dos *encoders* incrementais convencionais, que oferecem uma medida essencial de posição e movimento, mas muitas vezes carecem da flexibilidade necessária para se ajustarem às variáveis dinâmicas das operações. Esses *encoders* incrementais convencionais, com suas configurações estáticas e parametrizações fixas, frequentemente revelam-se inadequados para cenários que exigem resoluções variáveis, tipos de saída de sinal específicos e adaptações ágeis.

A resposta surge na forma de uma solução inovadora: os *encoders* incrementais programáveis. Sick (2023a), SICK (2023b) e SICK (2023c) abordam dispositivos *encoders* ditos programáveis. Ao incorporar tecnologias de vanguarda e uma abordagem voltada para as necessidades do usuário, os *encoders* incrementais programáveis permitem a configuração e reconfiguração remota e dinâmica de parâmetros essenciais, como a resolução.

Essa transformação é orquestrada pelo software SOPAS (*Software Platform for Sensors and Applications*), uma ferramenta que permite personalizar os *encoders* incrementais de acordo com as exigências específicas de cada aplicação.

Objetivos

O objetivo deste artigo é diferenciar as aplicações um *encoder* incremental convencional para um *encoder* incremental programável, demonstrando os aspectos a serem considerados na aquisição de um ou outro. Por conta de SICK (2023a) afirmar que o *encoder* programável se trata de um dispositivo mais versátil, a hipótese de pesquisa se baseia em testar se esta versatilidade pode ser confirmada e em que meios. Para que o objetivo geral fosse cumprido, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar características dos *encoders* incrementais convencionais comparando-os com os parametrizáveis;
- b) Realizar a configuração de um *encoder* incremental programável;
- c) Identificar formas de migração de *encoders* convencionais para os programáveis;
- d) Comparar os dados de um *encoder* incremental convencional e outro programável.

1.2. Justificativa

A crescente demanda por Automação Industrial e os avanços tecnológicos têm impulsionado a evolução dos sistemas de controle e monitoramento. Nesse contexto, a substituição de componentes convencionais por soluções mais flexíveis auxilia nos processos de automatização. Apesar de se apresentar em um cenário diferente, WILKENING, KRAH e GOERGEN (2019) abordam aplicações onde *encoders* aplicáveis a sistemas de segurança em motores foram comparados. A partir de um comparativo, os autores relacionaram diferentes tipos de dispositivos, apontando pontos fortes e fracos de cada um. Isto demonstrou que a flexibilidade é algo buscado pelos integradores e outros profissionais da Automação Industrial.

A transição de *encoders* incrementais convencionais para *encoders* incrementais programáveis pode ser um desafio devido à complexidade técnica envolvida. É fundamental fornecer aos engenheiros e profissionais da automação um recurso abrangente que os guie através desse processo. Além dos manuais de fabricante, é importante haver também documentação técnica de forma mais didática e lúdica. Este artigo visa preencher essa lacuna ao oferecer um guia passo a passo para a programação e substituição de *encoders* incrementais convencionais por versões programáveis.

Ao compreender os benefícios dessas novas soluções, os profissionais poderão avaliar se maior flexibilidade, adaptabilidade a diferentes cenários industriais e capacidade de reconfiguração remota são pontos positivos ou não ao utilizar *encoders*.

2. Desenvolvimento

2.1. Revisão de Literatura

Encoders incrementais são dispositivos utilizados para medir a posição, velocidade e direção de rotação de eixos em sistemas mecânicos e industriais. Eles geram pulsos elétricos ou sinais óticos proporcionais ao movimento do eixo (SILVA; MARQUES, 2022). Os *encoders* incrementais não possuem informação absoluta sobre a posição inicial, mas fornecem mudanças incrementais de posição à medida que são acionados pelo sistema mecânico que os movimentam (CAMPOS, 2018).

Segundo Thomazini e Albuquerque (2020), existem dois tipos principais de saída de sinal em *encoders* incrementais: A e B, que são canais de quadratura, indicando direção e um canal Z, denominado índice, que fornece uma referência de posição. Eles são amplamente usados em máquinas com suporte aos Comandos Numéricos Computadorizados (CNC), robótica, controle de motor, automação e em várias outras aplicações onde é crucial monitorar e controlar o movimento preciso (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2020).

Encoders incrementais programáveis são uma evolução dos dispositivos convencionais e foram projetados para oferecer maior flexibilidade e adaptabilidade aos sistemas de automação industrial. Eles permitem que os parâmetros de funcionamento, como resolução, tipo de saída e contagem de pulsos, sejam configurados e ajustados de forma programada, sem a necessidade de substituição física do dispositivo (SICK, 2023a).

Essa capacidade de modificação no funcionamento é chamada pela SICK (2023b) de reprogramação. Esta característica permite a comunicação com o *encoder* e a reconfiguração remota. Isso simplifica a migração de sistemas, ajustes de precisão e acomodação de requisitos variados de diferentes aplicações.

Os *encoders* incrementais programáveis oferecem benefícios como: redução de estoque de peças, redução de custos, menor tempo de inatividade durante alterações de

configuração e a capacidade de se adaptar a mudanças nas demandas industriais. Isso torna ferramentas valiosas para otimização de processos industriais, permitindo uma integração mais fluida e eficiente com os sistemas de controle e automação (SICK, 2023d).

O SOPAS (*Software Platform for Sensors and Applications*) é uma plataforma de software desenvolvida pela empresa SICK AG, líder global em soluções de sensores e automação. O SOPAS é projetado para simplificar a configuração, operação e monitoramento de dispositivos de sensoriamento e sistemas de automação industrial (SICK, 2023c).

O software oferece uma interface de usuário intuitiva que permite aos engenheiros e técnicos interagirem com uma ampla gama de sensores e dispositivos SICK, incluindo *encoders* incrementais programáveis, scanners a laser, sensores de visão, sensores de segurança e muito mais. O SOPAS possibilita a personalização das configurações dos dispositivos, a coleta e análise de dados em tempo real, a implementação de lógica de controle avançada e a integração com sistemas de automação maiores (SICK, 2023d).

O *encoder* programável SICK DFS60B é um dispositivo avançado de medição de posição projetado para aplicações industriais exigentes. Ele faz parte da linha de *encoders* incrementais da SICK e oferece recursos programáveis que permitem aos usuários adaptarem o dispositivo às suas necessidades específicas (SICK, 2023a).

O DFS60B possui uma interface de programação flexível que permite ajustar parâmetros como resolução, saída de sinal, contagem de pulsos por revolução e direção. Isso oferece maior versatilidade, simplificando a integração em sistemas existentes e permitindo uma configuração mais precisa para diferentes aplicações (SICK, 2023a).

Além disso, o DFS60B é construído para resistir a ambientes industriais adversos, oferecendo proteção contra poeira, umidade e vibrações. Sua construção robusta e qualidade de fabricação garantem durabilidade e confiabilidade em ambientes de produção exigentes (SICK, 2023a).

2.2. Metodologia

Para a implementação deste estudo, tomou-se como base que a pesquisa teria caráter exploratório, identificando as lacunas no uso de *encoders* incrementais convencionais e programáveis. Além disso, a abordagem da pesquisa deu-se de forma qualitativa, avaliando os aspectos que os modelos de *encoder* poderiam apresentar, salientando as suas diferenças.

Com relação ao experimento, foram avaliados dois modelos de *encoders*, sendo que as características dos dispositivos foram verificadas e mensuradas. Além disso, no caso do *encoder* programável utilizou-se de uma estrutura composta de um microcomputador para realizar a configuração dos parâmetros do dispositivo.

Em se tratando do comparativo, selecionou-se dois tipos de *encoder* usados no mercado, sendo um deles um modelo convencional, de tipo incremental. O modelo selecionado foi o *encoder* incremental da série 58, da empresa Hohner. Este dispositivo pode trabalhar com saídas de 11V até 30V, com a opção de operar com saída TTL, de 5V ou ainda protocolo RS-422, visando estabelecer comunicação serial. O sistema pode operar em até 6000 rpm mecanicamente, com uma resolução máxima de 50000 PPR.

O segundo tipo de *encoder* foi o DFS60B, da empresa SICK, já mencionado neste texto. Por conta das opções de alteração deste dispositivo, usou-se o software SOPAS ET 2022.4. Um apêndice com o roteiro de configuração foi disponibilizado na internet por

meio do link: **link removido por conta da avaliação às cegas**. É o guia que um usuário pode se referenciar para realizar uma parametrização do dispositivo.

2.3. Resultados e discussões

Analisando os dados dos dois dispositivos, notou-se que o modelo 58 apresenta diversos modelos de resolução. Porém, uma vez que o usuário selecione uma resolução, o *encoder* que deve ser comprado será especificamente daquela intensidade. Ao escolher um modelo de 1000 PPR, o *encoder* será sempre usado nesta resolução e não poderá ser alterado.

Além disso, há diversas opções de saída para o *encoder* em questão, mas também são fixas e não podem ser alteradas. Ao adquirir um modelo de saída coletor aberto, por exemplo, não é possível alterar a saída para outro formato.

Com relação ao DFS60B, uma configuração de exemplo foi desenvolvida. Na figura 1, a seguir, é possível visualizar uma ilustração dos valores das posições atuais do *encoder*. Esses valores são alterados em tempo real conforme se gira o eixo do *encoder*, confirmando-se a comunicação e a finalização da programação do dispositivo.

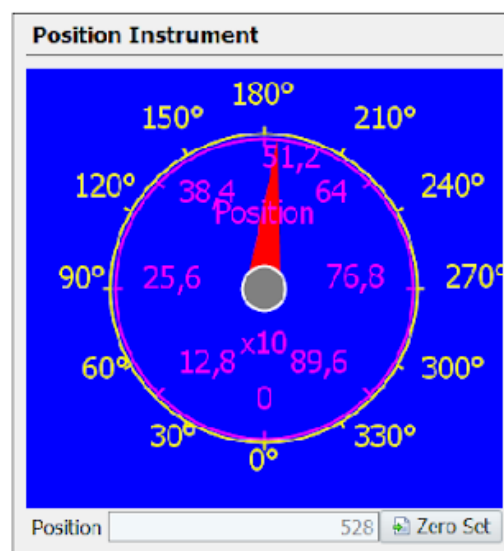


Figura 1 - Tela *Position Instrument* em detalhe após configuração do *encoder*. Fonte: Autoria própria.

Ao final do processo de programação e testes do *encoder* programável, foi possível salvar um arquivo de backup clicando no botão *Export Encoder Settings* exibido na caixa de diálogo *Programming* da tela com o mesmo nome. Além disso, a tela da figura 2 permitiu identificar as diferenças funcionais entre os dois *encoders* comparados neste estudo.

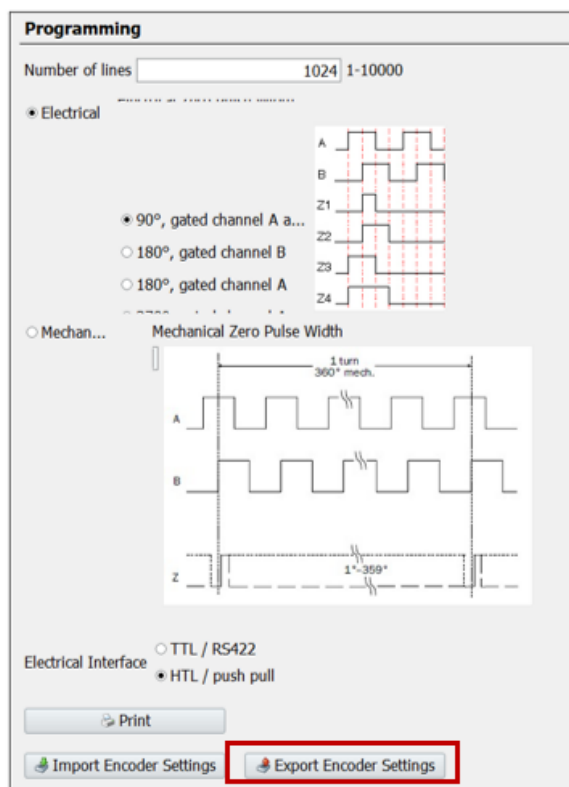


Figura 2 - Tela *Programming* em detalhe durante exportação de arquivo. Fonte: Autoria própria.

É possível observar que, no parâmetro *number of lines*, o *encoder* pode ser parametrizado em um intervalo de 1 até 1000 PPR. Além disso, a detecção dos canais A e B pode se dar em 90°, 180° ou 270°. Por fim, a saída pode ser implementada por meio de sinal TTL ou RS-422, bem como HTL, o que garante uma versatilidade quando comparada ao modelo 58.

3. Conclusão

Por meio deste procedimento, foi possível realizar toda a programação e testes do *encoder* programável, além de compará-lo a um *encoder* incremental convencional, delimitando as diferenças funcionais entre os dois. O comparativo permitiu identificar e comprovar a versatilidade do *encoder* programável relativamente ao convencional. Características como PPR, sinal de saída e detecção de direção podem ser customizadas no DFS60B, mas não no Série 58.

O resultado da operação foi tão bem aceito que a empresa resolveu implantar o *encoder* programável em uma ponte de carga de um laminador a frio, denominado como *rolforming*. O *encoder* atendeu as expectativas e atuou satisfatoriamente como substituto do *encoder* original.

Por fim, o *encoder* programável pode substituir diversos dispositivos diferentes no mesmo equipamento, reduzindo-se então os custos com peças de reposição e sua aquisição, uma vez que somente será necessário ter em estoque apenas um modelo de *encoder* incremental programável em lugar de diversos modelos diferentes. A hipótese de pesquisa pode ser validada, uma vez que a versatilidade apresentada pelo dispositivo foi comprovada ao final do estudo.

Referências

CAMPOS, Marcos Fidelis Costa. **CONTROL OF A PMSG BASED WIND ENERGY CONVERSION SYSTEM USING ABC FRAME UNDER ASYMMETRICAL AND DISTORTED GRID VOLTAGE CONDITIONS**. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Como Requisito, Belo Horizonte, 2018.

GURAUSKIS, D.; KILIKEVICIUS, A.; KASPARAITIS, A. Thermal and Geometric Error Compensation Approach for an Optical Linear Encoder. **Advances in Sensors and Sensing for Technical Condition Assessment and NDT**, v. 21, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/2/360>. Acesso em: 20 ago. 2023.

HAN, Y. *et al.* An FPGA platform for Next-Generation Grating Encoders. **Optical Sensors**, v. 20, n. 8, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/8/2266>. Acesso em: 21 ago. 2023.

HÖHNER. **Serie 58**: high resolution incremental solid shaft encoder for industrial applications. Disponível em: http://docs.encoderhohner.com/SERIE-58/S58_EN_01web.pdf. Acesso em 29 ago. 2023.

SICK. **DSL-3D08-G0M5AC3**. Disponível em: https://cdn.sick.com/media/pdf/3/83/483/dataSheet_DSL-3D08-0M5AC3_2046580_pt.pdf. Acesso em: 03 set. 2023a.

_____. **ENCODER incremental DFS60**: Encoder programável e de alta resolução para aplicações complexas. Encoder programável e de alta resolução para aplicações complexas. Disponível em: https://cdn.sick.com/media/familyoverview/8/28/428/familyOverview_DFS60_g244428_pt.pdf. Acesso em: 03 set. 2023b.

_____. **PGT-08-S**. Disponível em: https://cdn.sick.com/media/pdf/6/06/306/dataSheet_PGT-08-S_1036616_pt.pdf. Acesso em: 03 set. 2023c.

_____. **SOPAS Engineering Tools 64 Bit (Portable Version)**. Disponível em: <https://www.sick.com/br/pt/sopas-engineering-tools-64-bit-28portableversion29/p/p678241>. Acesso em: 03 set. 2023d.

SILVA, M. U.; MARQUES, C. B. M. **RETROFITTING DE FRESADORA UNIVERSAL DESTINADA A FABRICAÇÃO DE ENGRENAGENS HELICOIDAIS DE LONGO COMPRIMENTO**. 2022. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Centro Universitário Unisatc, Criciúma, 2022.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. de. **Sensores Industriais: fundamentos e aplicações**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2020. 248 p.

WILKENING, T.; KRAH, J. O.; GOERGEN, H. Safety-Related Interfaces for Position Encoders - a Survey. **International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management**, Nuremberg, Alemanha, 2019.