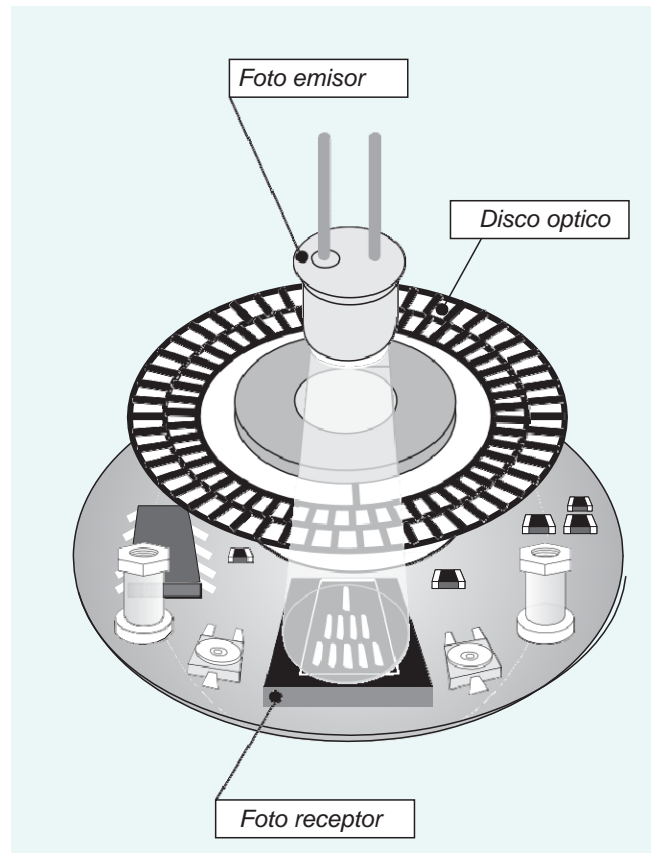


Principio de funcionamiento encoder incremental

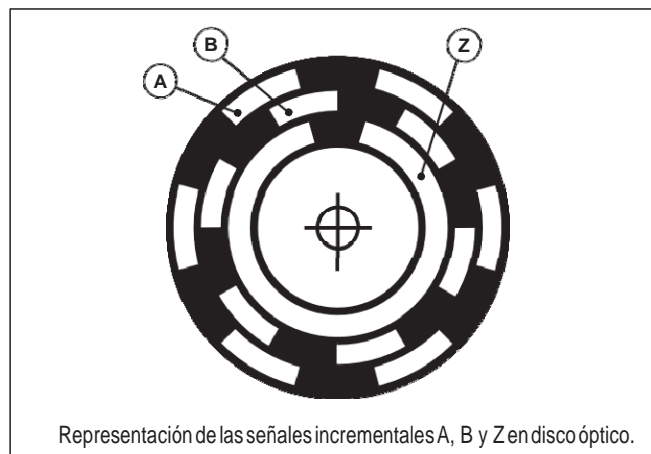
El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a husillos. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), contadores lógicos programables (PLC), sistemas de control etc. Las aplicaciones principales de estos transductores están en las máquinas herramienta o de elaboración de materiales, en los robots, en los sistemas de motores, en los aparatos de medición y control. En los encoders de producción ELTRA, la detección del movimiento angular se ejecuta en base al principio de exploración fotoeléctrica. El sistema de lectura se basa en la rotación de un disco graduado con un reticulado radial formado por líneas opacas, alternadas con espacios transparentes. Este conjunto está iluminado de modo perpendicular por una fuente de rayos infrarrojos. El disco proyecta de este modo su imagen sobre la superficie de varios receptores oportunamente enmascarados por otro reticulado que tiene el mismo paso del anterior llamado colimador. Los receptores tienen la tarea de detectar las variaciones de luz que se producen con el desplazamiento del disco convirtiéndolas en las correspondientes variaciones eléctricas.



La señal eléctrica detectada, para generar impulsos correctamente escuadrados y sin interferencias, debe ser procesada electrónicamente. Para incrementar la calidad y estabilidad de las señales, el sistema de lectura se efectúa generalmente de manera diferencial, comparando dos señales casi idénticas, pero desfasados en 180° eléctricos. Su lectura se efectúa en base a la diferencia de las dos señales, eliminando de este modo las interferencias definidas "de modo común" porque están superpuestas de igual manera en toda forma de onda.

Encoder incremental

El encoder incremental proporciona normalmente dos formas de ondas cuadradas y desfasadas entre sí en 90° eléctricos, los cuales por lo general son "canal A" y "canal B". Con la lectura de un solo canal se dispone de la información correspondiente a la velocidad de rotación, mientras que si se capta también la señal "B" es posible discriminar el sentido de rotación en base a la secuencia de datos que producen ambas señales. Está disponible además otra señal llamado canal Z o Cero, que proporciona la posición absoluta de cero del eje del encoder. Esta señal se presenta bajo la forma de impulso cuadrado con fase y amplitud centrada en el canal A.



La precisión de un encoder incremental depende de factores mecánicos y eléctricos entre los cuales, el error de división del retículo, la excentricidad del disco, la de los rodamientos, el error introducido por la electrónica de lectura, imprecisiones de tipo óptico.

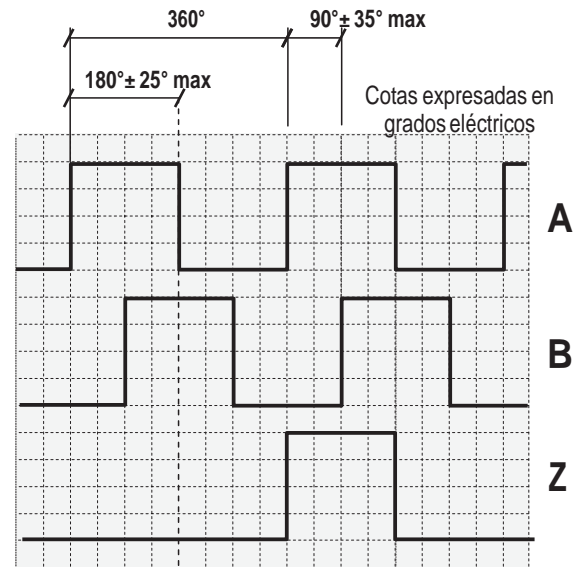
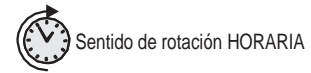
La unidad de medida para definir la precisión de un encoder es el grado eléctrico, éste determina la división

360° eléctricos corresponden a la rotación mecánica del eje, necesaria para hacer que se realice un ciclo o impulso completo de la señal de salida. Para saber a

eléctricos es suficiente aplicar la fórmula siguiente.

$$360^\circ \text{ eléctricos} = \frac{360^\circ \text{ mecánicos}}{\text{N}^\circ \text{ impulsos/giro}}$$

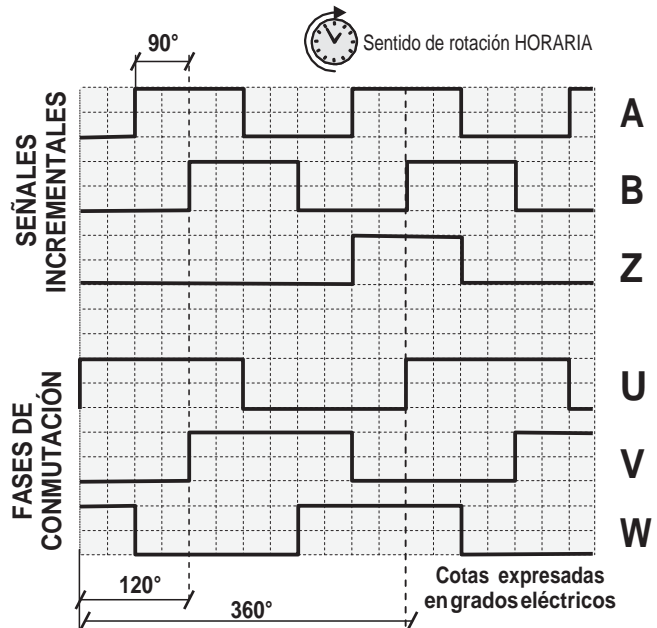
El error de división en un encoder, está dado por el máximo desplazamiento expresado en grados eléctricos, de dos frentes de onda consecutivos. Este error existe en cualquier encoder y se debe a los factores antes citados. En los encoder ELTRA dicho error está incluido entre $\pm 25^\circ$ eléctricos máx. en cualquier condición ambiental declarada, que corresponden, en porcentaje, a un desplazamiento de $\pm 7\%$ del valor nominal. Por lo que se refiere al desfase entre dos canales, nominalmente de 90° eléctricos, éste se aleja en $\pm 35^\circ$ eléctricos máx. que corresponden a aproximadamente $\pm 10\%$.



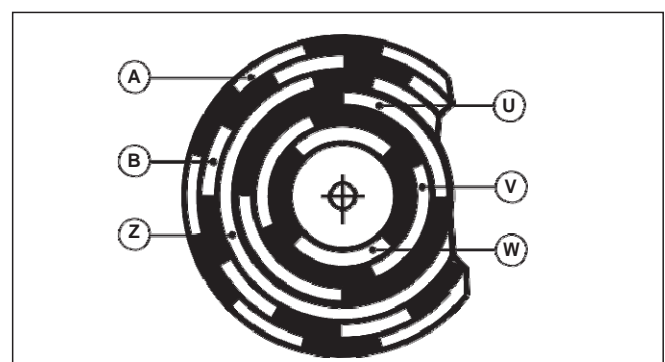
Representación gráfica de las señales incrementales A,B, y Z.

Encoder Incremental con fases de conmutación integradas (Fases de conmutación).

Existen, además de los encoder incrementales tradicionales con las señales A, B y Z, que se han descrito hasta este momento, otros encoder que forman parte de la misma familia, pero que integran otras señales eléctricas disponibles a la salida. Es el caso de los encoder incrementales con señales de conmutación integrados, los cuales por lo general se utilizan como retroacción a bordo del motor. Estas señales suplementarias realizan la función de simulación de las fases de hall que generalmente se encuentran en los motores con conmutación tipo brushless y por lo general se realizan con sensores magnéticos. En el encoder ELTRA, en cambio, estas señales de conmutación se generan ópticamente y se presentan bajo la forma de tres ondas cuadradas desfasadas entre sí en 120° eléctricos. Estas señales sirven al convertidor que gobernará el motor para generar con fase correcta las tensiones o corrientes para hacerlo funcionar. Estos impulsos de conmutación se pueden repetir varias veces dentro de un giro mecánico del encoder porque dependen directamente de los polos de motor que está conectado, tendremos por lo tanto fases de conmutación para motores con 4, 6 o más polos.



Representación gráfica de las señales incrementales A,B, y Z con fases de conmutación U,V y W.



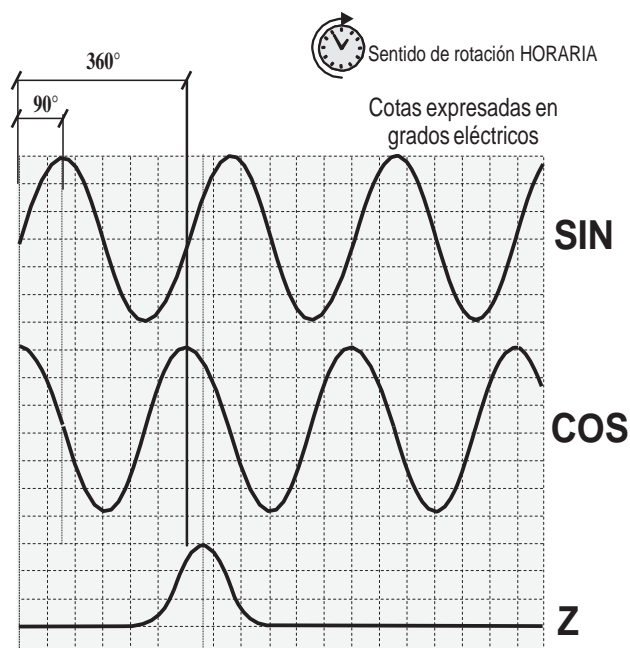
Encoder sinusoidal

También este encoder pertenece a la familia de los incrementales con una diferencia substancial, las señales disponibles de salida no son de tipo digital, sino analógico con forma sinusoidal. Ha sido creado principalmente para satisfacer las exigencias en el campo de los motores como sensor de retroacción a bordo del motor. En efecto, este encoder se emplea cuando se desean aumentar las prestaciones dinámicas con respecto a los demás sistemas tradicionales. Para contar con buenas prestaciones de control del motor por parte del convertidor, la retroacción desde el encoder debe estar en condiciones de proporcionar un alto número de impulsos especialmente cuando la rotación se efectúa a baja velocidad. El empleo de encoder incrementales tradicionales con altos impulsos comienza a tener problemas desde muchos puntos de vista, no última la dificultad de transmitir y tratar la señal digital cuando el motor funciona a velocidades elevadas (6000 r.p.m.). En efecto, en este caso el ancho de banda necesaria al servomotor para tratar la señal, por ejemplo de un encoder de 10.000 impulsos por rev. debería superar tranquilamente el umbral de la frecuencia. En cambio el uso las señales analógicas permite limitar drásticamente los citados inconvenientes y simular eficazmente un encoder con altos impulsos. Esto puede realizarse gracias al método de interpolación de señales analógicas de seno y coseno para el cálculo del ángulo de rotación. Se pueden obtener fácilmente multiplicaciones elevadas de las sinusoides básicas, obteniendo por ejemplo desde un encoder con 1024 sen/rev. más de 100.000 imp/rev.

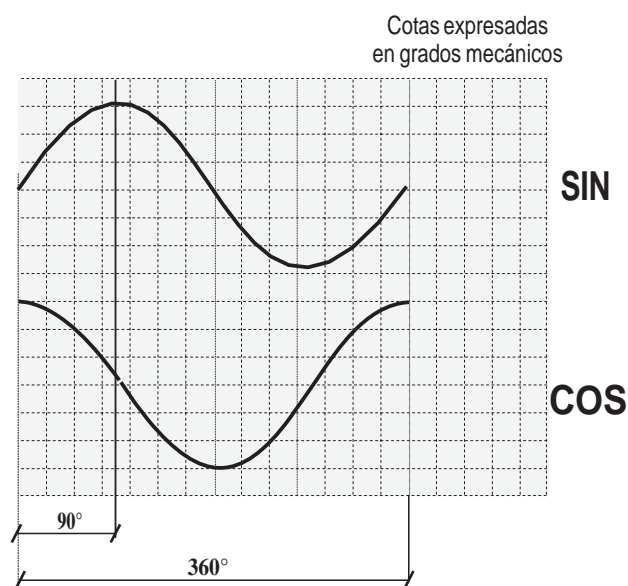
Simultáneamente la amplitud de la banda necesaria para recibir la señal, es suficiente que sea un poco superior a los 100 KHz. Las señales que hay a la salida del encoder se componen de dos sinusoides desfasadas entre sí en 90° eléctricos que llamaremos seno y coseno (2048 sen/rev. MAX) y de una señal de cero, también analógica centrada entre dos canales. Están integradas además otras dos señales sinusoidales con período de 360° mecánicos (1 sin/rev) que cumplen la función de señales de conmutación. El dibujo que sigue a continuación, aclara la configuración típica de los desfase correspondientes. Las salidas con resolución de 1 imp/rev, son muy útiles porque desde éstas es posible obtener la posición angular absoluta del mismo modo que un resolver. La señal de cero también es analógica y presenta una forma que puede ser asimilada a una parte de senoide. Ésta puede ser fácilmente escuadrada para proporcionar un impulso de referencia con ángulo de apertura variable. Los datos fundamentales definen la precisión de este encoder, se refieren a la linealidad de una sola senoide de las 2048 máximas disponibles y de la desviación máxima de un ángulo cualquiera de rotación con respecto a la posición mecánica real. La linealidad de uno de los ciclos de las sinusoides incrementales, en relación con el ciclo respectivo está incluida aproximadamente en el 10%. Referido a R.P.M. del encoder, depende lógicamente del número del sin/rev. del encoder, por ejemplo:

$$E.lin = 0.1x \frac{360 \times 60 \times 60}{2048} \approx 63''$$

El error correspondiente a la desviación del ángulo, medido respecto al real, generalmente es producido por los citados factores y se mantiene dentro de los 10' cuidando la calidad de los rodamientos y el centrado del disco en el eje.



Representación gráfica de las señales sinusoidales sin, cos y Z.



Representación gráfica de las señales de conmutación sin y cos