

بِناَمِ خِدا

شفت انکودر

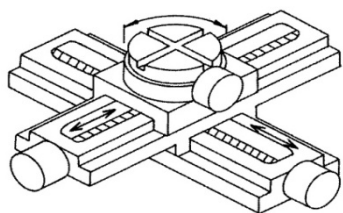




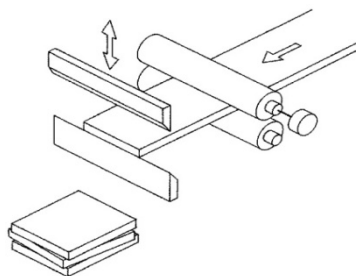
انکودر چیست ؟

انکودر وسیله ای برای تبدیل حرکات مکانیکی به الکتریکی (زاویه ای، طولی، سرعتی و موقعیتی و ...)

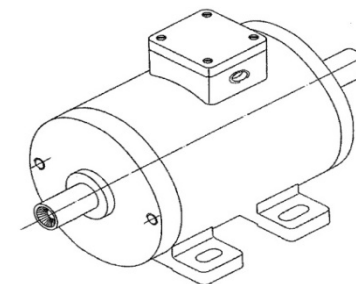
زاویه ای



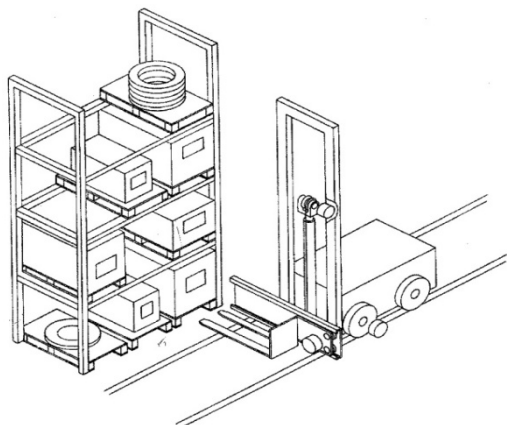
طولی



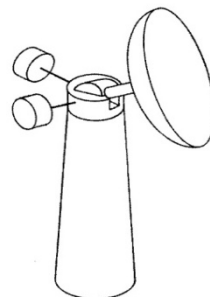
سرعتی



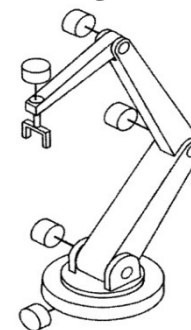
موقعیتی



زاویه ای



موقعیتی



کاربرد انکودر در صنایع:



Automotive



Printing and Binding



Cranes/Hoists/Elevators



Packaging



Metal and Petro-Chemical



Textiles



Flood Gate Control/Irrigation

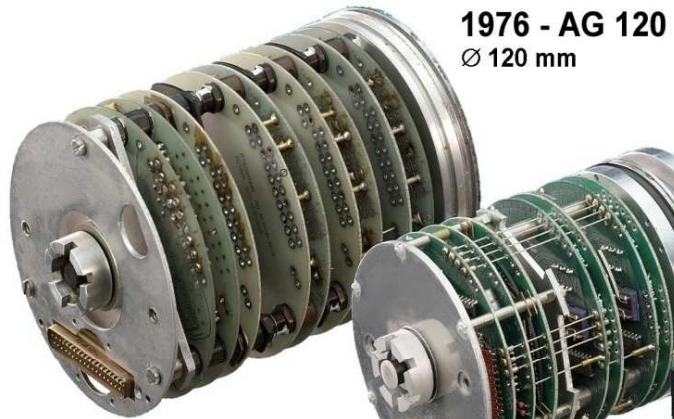


Semiconductor and Robotics



Lumber and Construction

تاریخچه



1976 - AG 120
Ø 120 mm



1980 - AG 100



1984 - AG 101



1984 - AG 100 MSI



1991 - AG 661



1994 - AG 626



1999 - SRM 50



2002 - SKS 36
Ø 36 mm

تقسیم بندی انکودرها بصورت عمومی :



انکودر



خطی Linear

چرخشی Rotary

کاربرد

کاربرد

مطلق
Absolute

افزایشی
Incremental

Multi Turn

Single Turn

Photo Element

Core Tech

Photo Element

CoreTech

شفت انکودر فتو الکتریک

شفت انکودر فتو الکتریک: از روش نوری در اندازه گیری استفاده می شود.

اجزای شفت انکودر

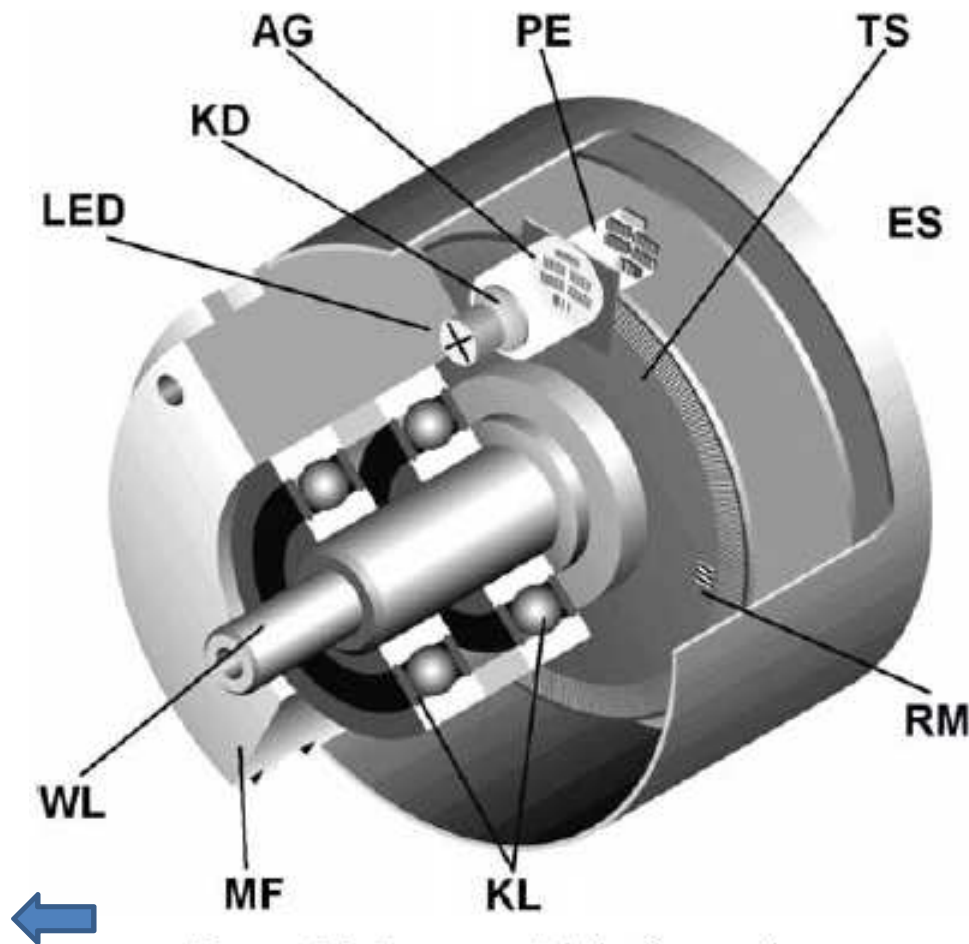
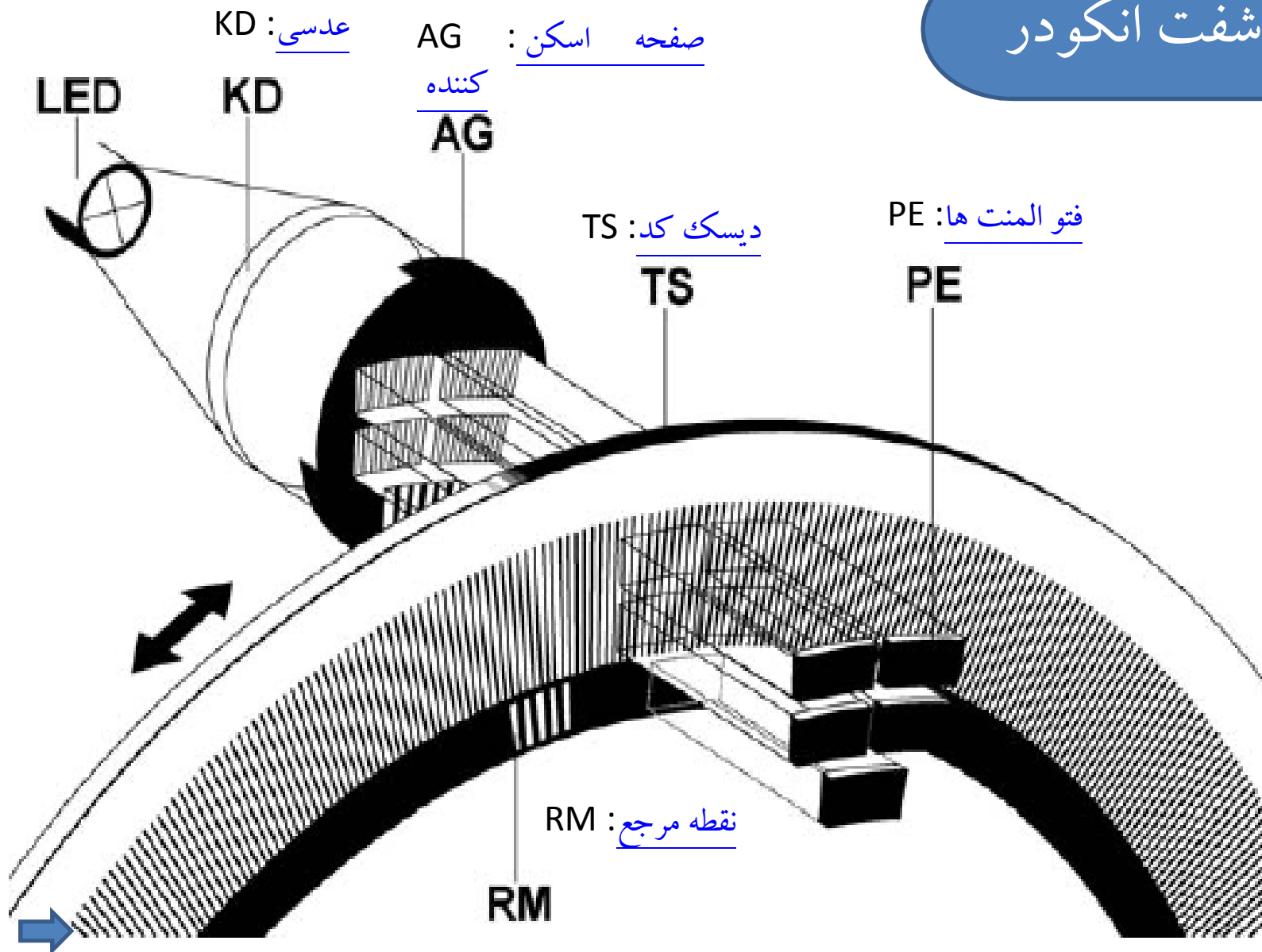


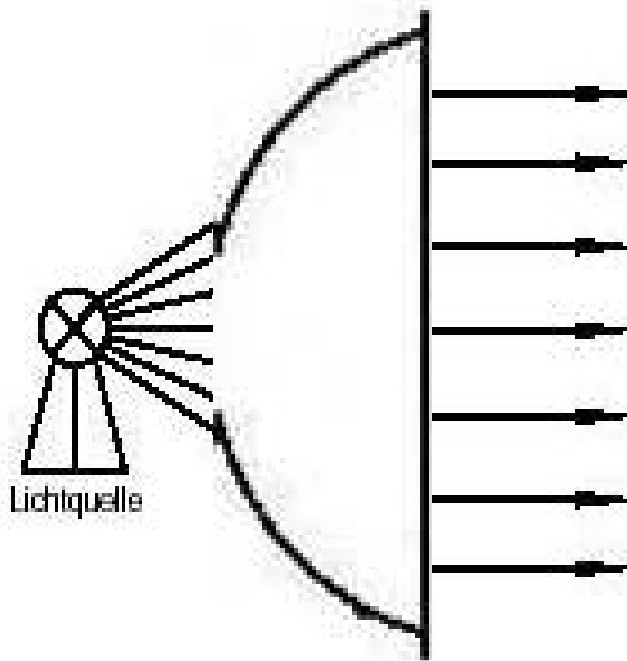
Figure 14, Incremental shaft encoder

- AG : صفحه اسکن کننده
- PE : فتو المنت
- TS : دیسک کد
- ES : سیگنالهای الکتریکی
- RM: نقطه مرجع
- KL : بلبرینگ
- MF: لبه مهار کننده
- WL: شفت
- KD: لنز

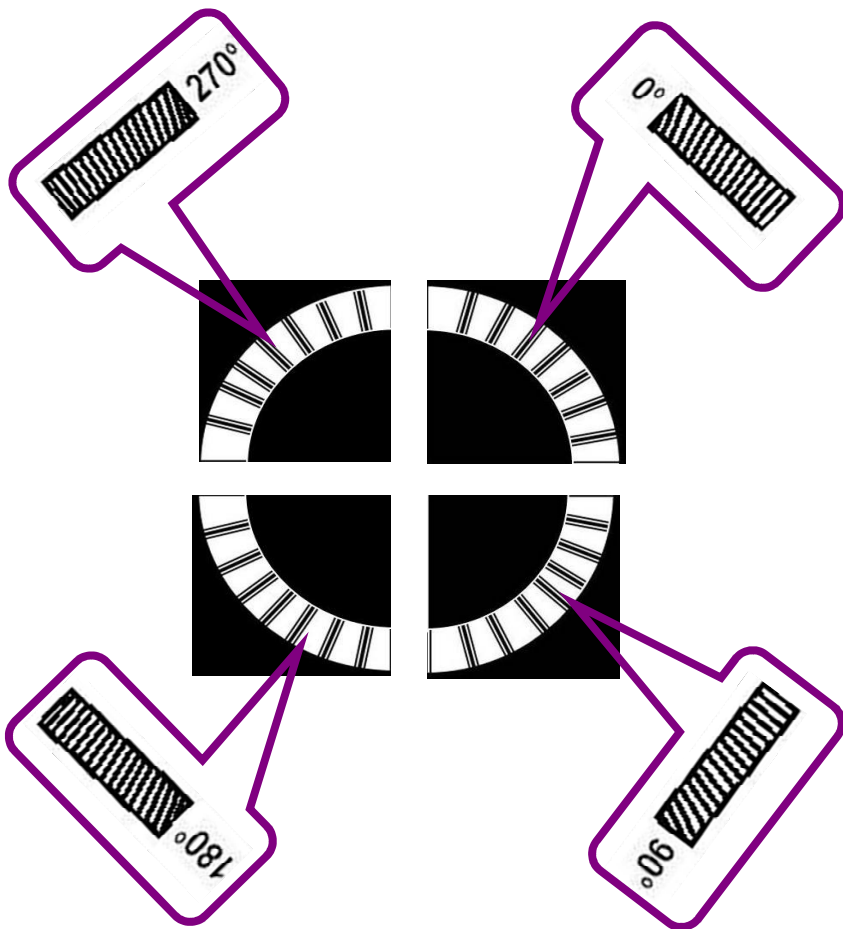
اجزای شفت انکودر



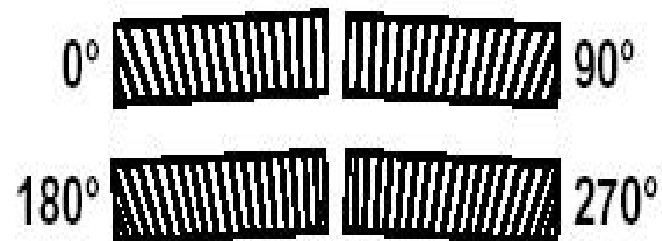
لنز امواج واگرای تولید شده توسط منبع نوری موجود در انکودر را به صورت یک طیف موازی عبور می دهد.



صفحه اسکن کننده



روی Scanning plate چهار شبکه وجود دارد که اختلاف فاز هر شبکه با شبکه بعدی ۹۰ درجه است.

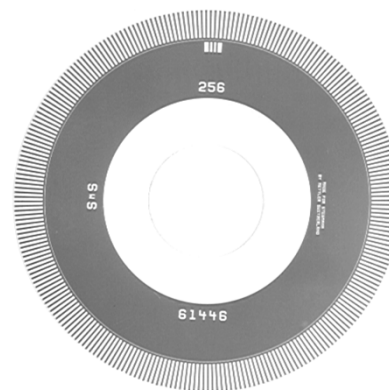
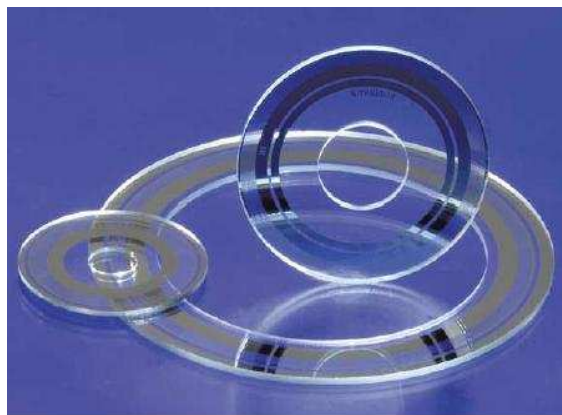


هر شبکه در یک ربع دایره جای می گیرد.
 = یک پریمود درجه بندی
 رزولوشن / ۳۶۰ درجه



دیسک کد

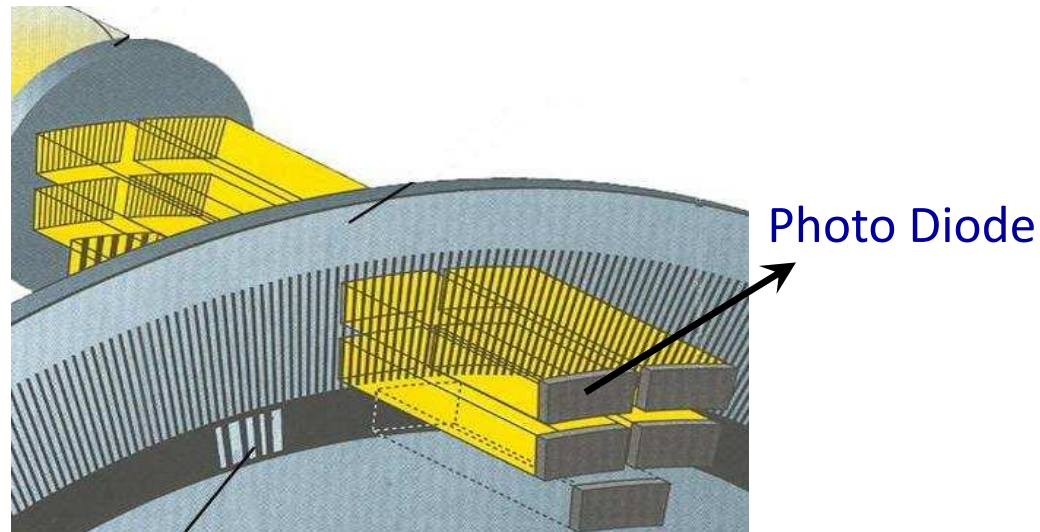
- صفحه ای دایره ای شکل، متصل به شفت از جنس نیکل یا شیشه دارای تعداد معینی شکاف (قسمت های تیره و روشن)



با هر دور کامل Code Disk به تعداد قسمت های تیره و روشن موجود بر روی Code disk سیگنال الکتریکی تولید می شود.



فتو المنت



تغییر شدت امواج نور

چرخش و تغییر زاویه Code disc

تغییر انرژی دریافتی گیرنده نوری

تغییر ولتاژ خروجی گیرنده های نوری از VCC تا ۰

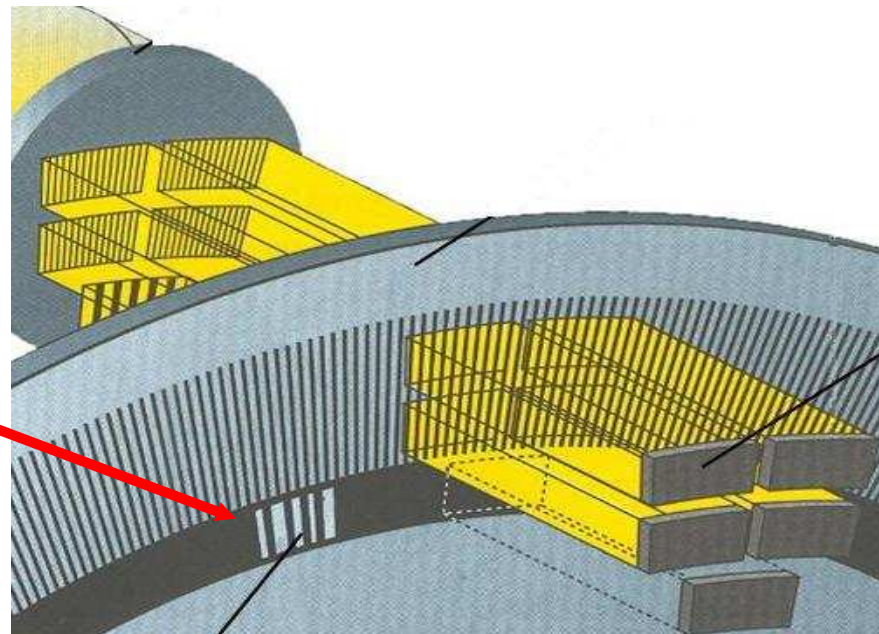


Zero index

Zero index یا پالس Channel 0 با هر دور چرخش کامل Code disk یکبار تولید می شود.

از Zero Index به عنوان Reference در اندازه گیری استفاده می شود.

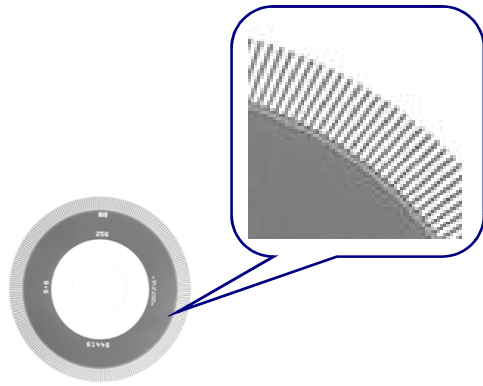
Reference Mark



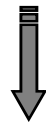
مفهوم Resolution :

Resolution تعداد شکاف های موجود بر روی Code Disk.

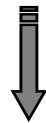
تعداد پالسهای خروجی در یک دور کامل دیسک کد



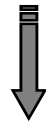
افزایش تعداد شکاف ها روی Code Disk



افزایش Resolution انکودر



افزایش تعداد پالس خروجی



افزایش دقت در اندازه گیری

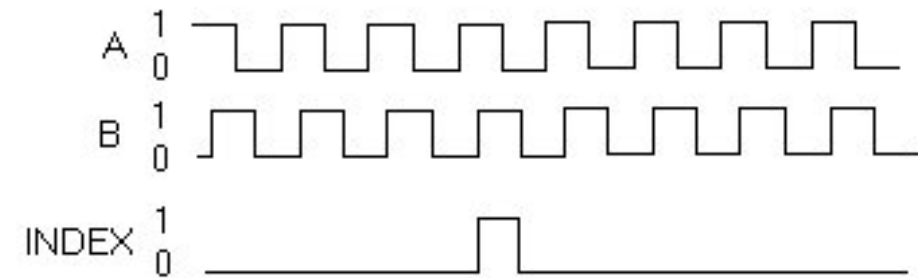
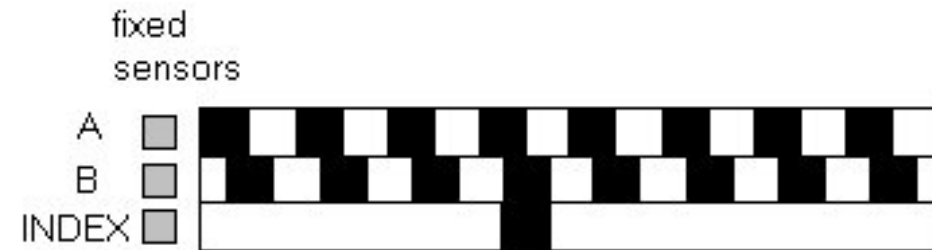
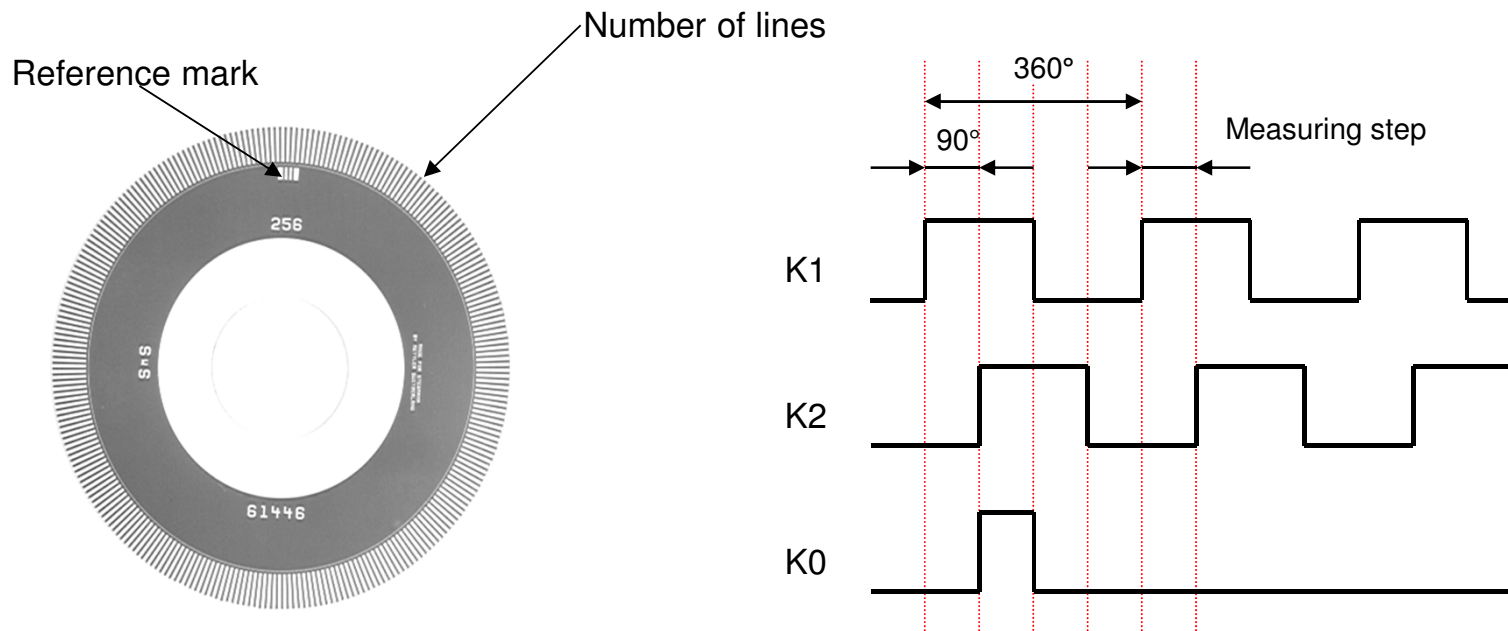


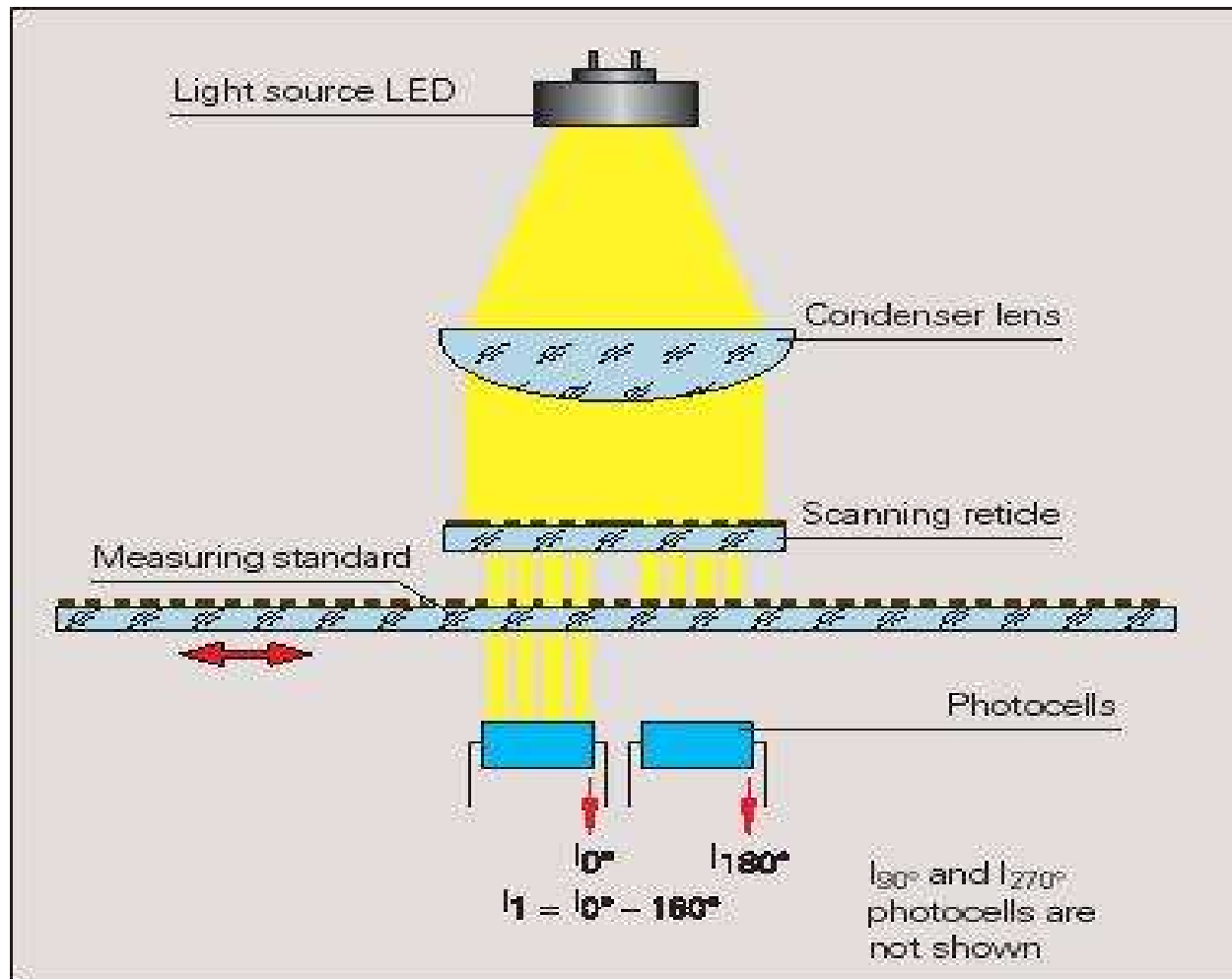
Fig 5. Incremental encoder disk track patterns

دیسک کد و خروجی های انکودر Incremental

سیگنال های خروجی کانال های K1, K2, K0



نحوه کلی عملکرد یک انکودر نوری:



تولید موج سینوسی حاصل از عملکرد فتو دیود

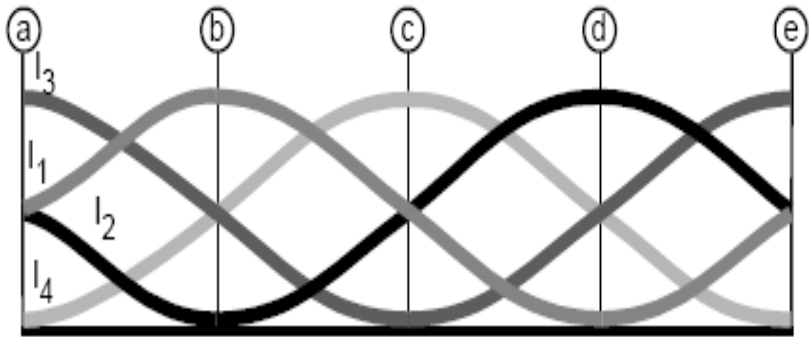
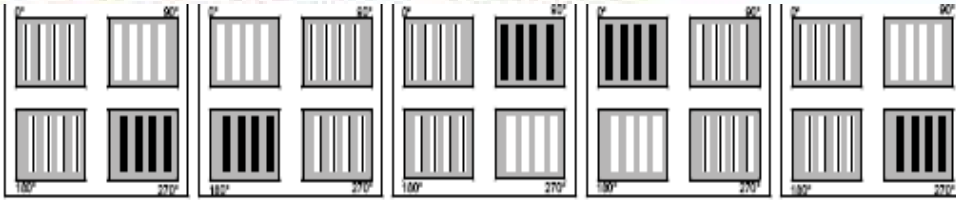


Figure 19, Sine wave of the photo elements

این عمل برای این است تا شکل موج حاصل از صفر عبور نماید.

- 1: موج سینوسی Segment 0
- 2: موج سینوسی Segment 180
- 3: موج سینوسی Segment 90
- 4: موج سینوسی Segment 270

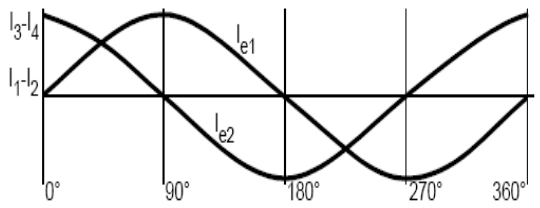
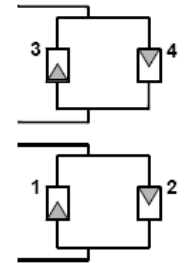


Figure 21, Signal voltage



Connection of the photo elements

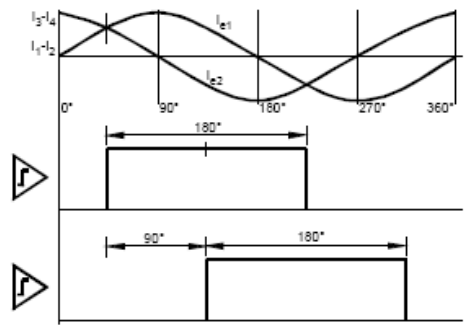


Figure 22, Pulse generation

ساختمان کلی یک انکودر افزایشی :

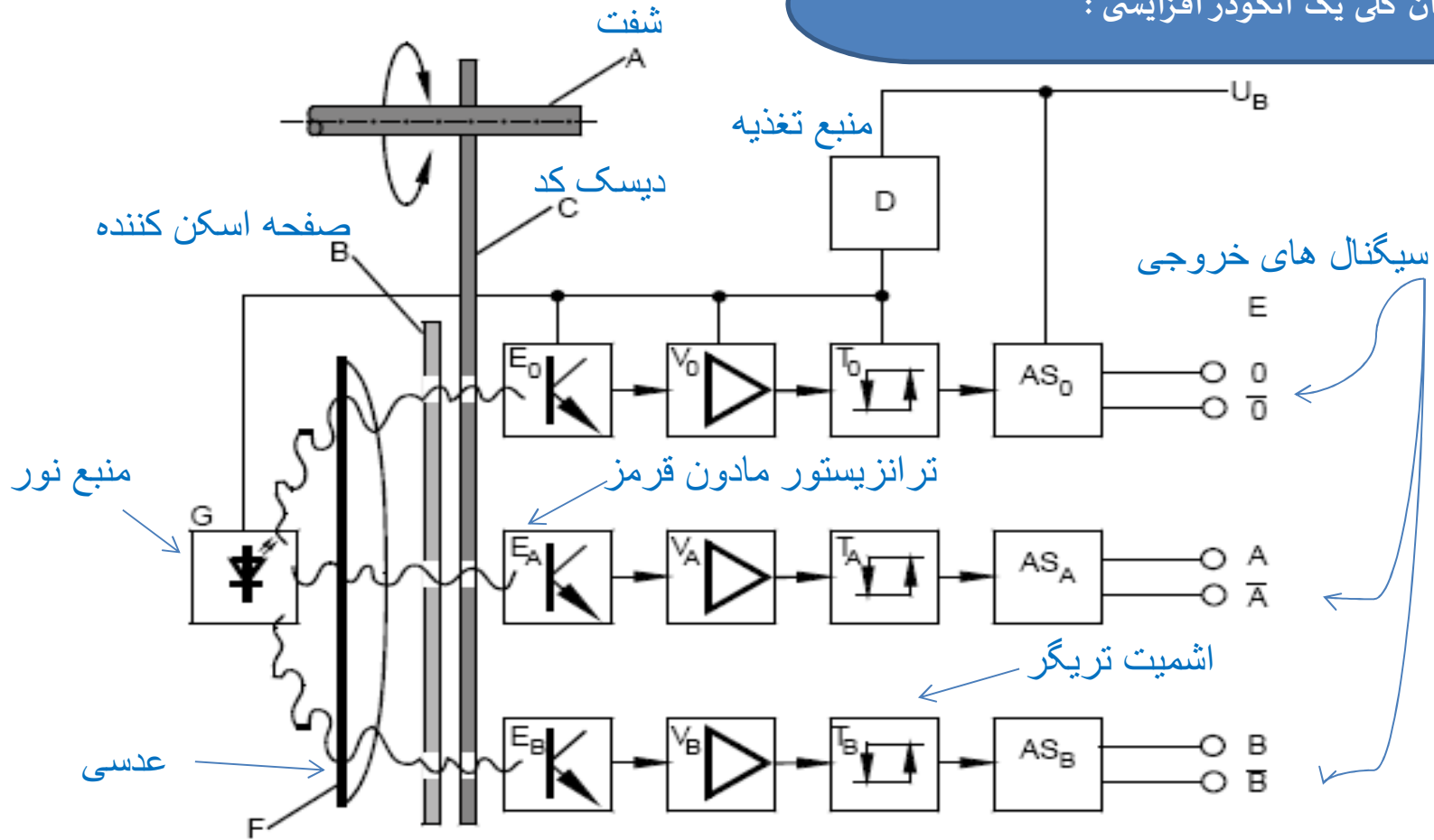
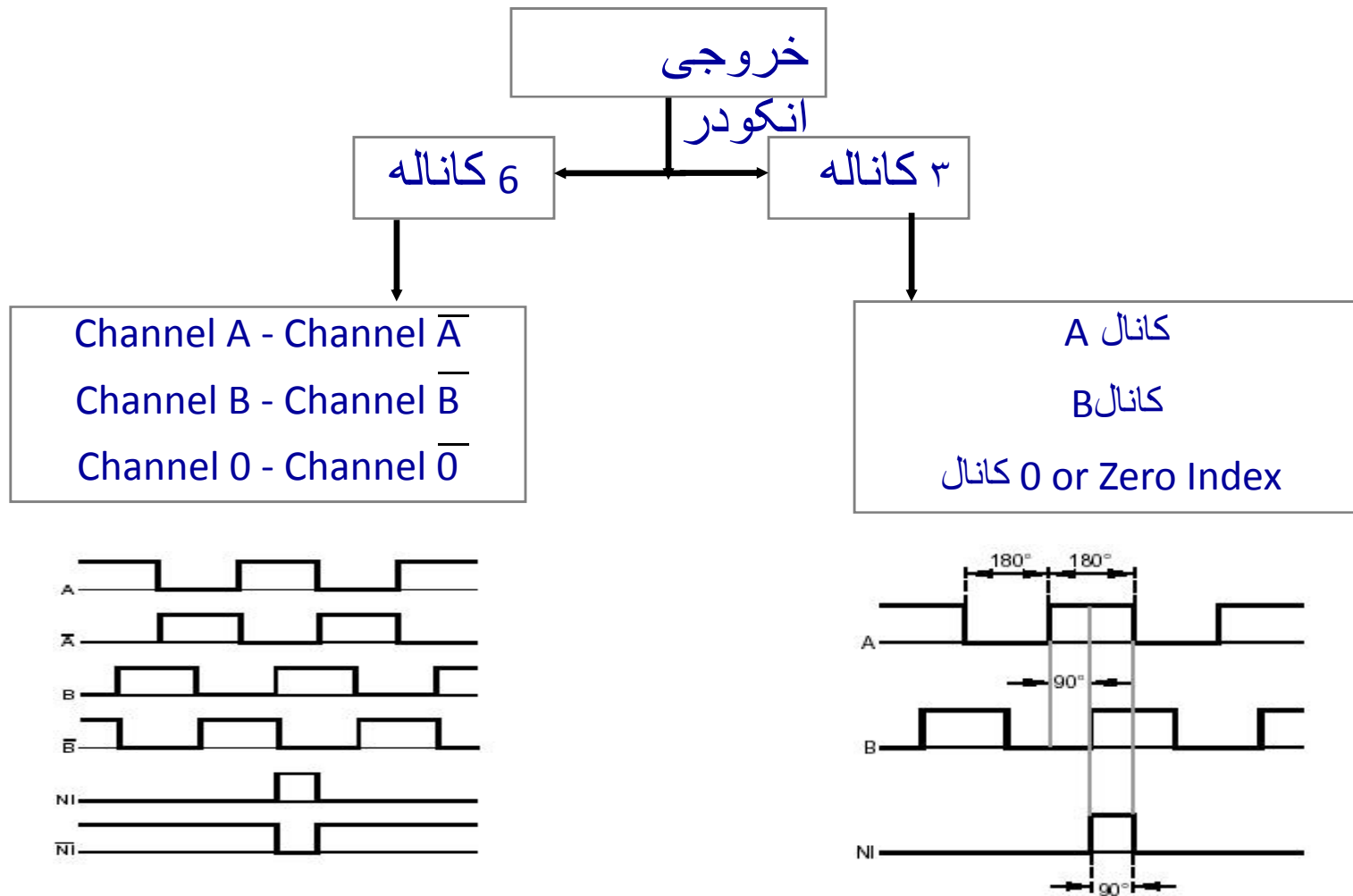
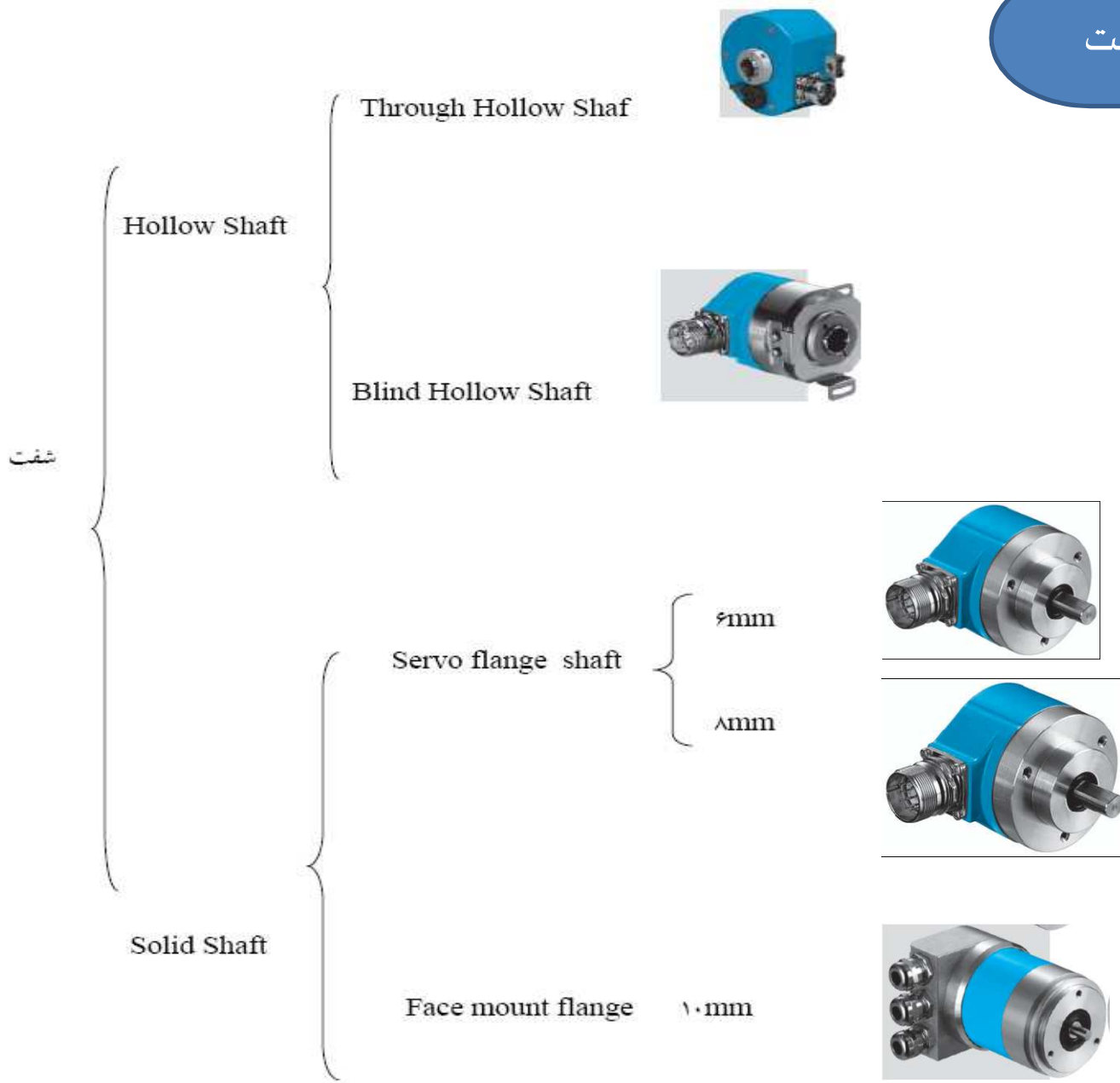


Figure 23, Signal generation, block diagram

A: shaft; B: scanning plate; C: coded disc; D: voltage supply; E: signal outputs; AS₀, AS_A and AS_B: signal output stages with inverted and non-inverted outputs; E₀: infrared reception transistor; F: condenser; G: light source; T₀: pulse generation (Schmitt-trigger); V₀: direct-current amplifier.

خروجی انکودر از لحاظ
تعداد



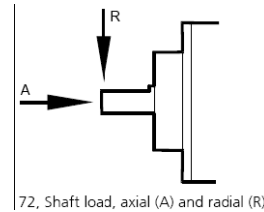


از لحاظ اتصال

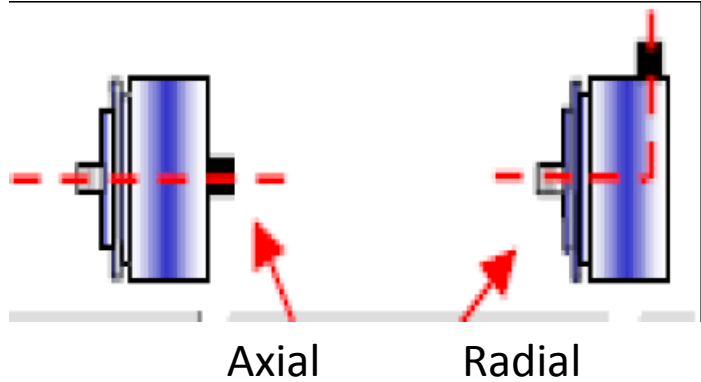
اتصال فیزیکی

Radial
Axial

Cable
connector



72, Shaft load, axial (A) and radial (R)



کابلی

کانکتوری

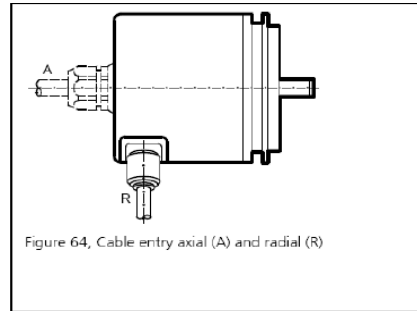
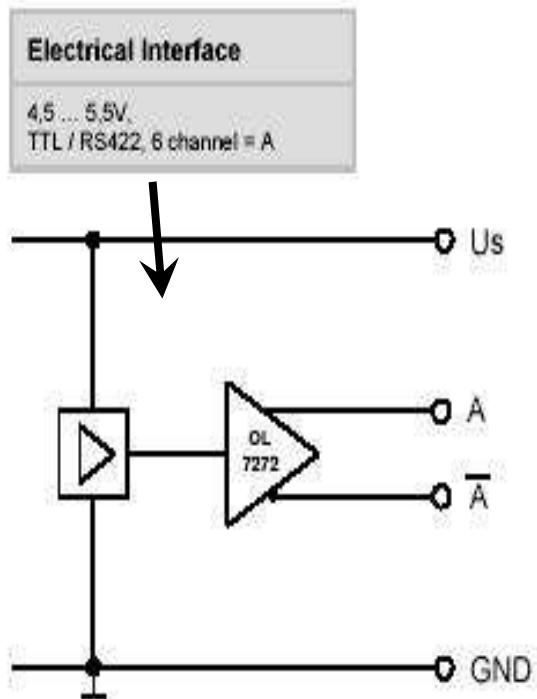


Figure 64, Cable entry axial (A) and radial (R)

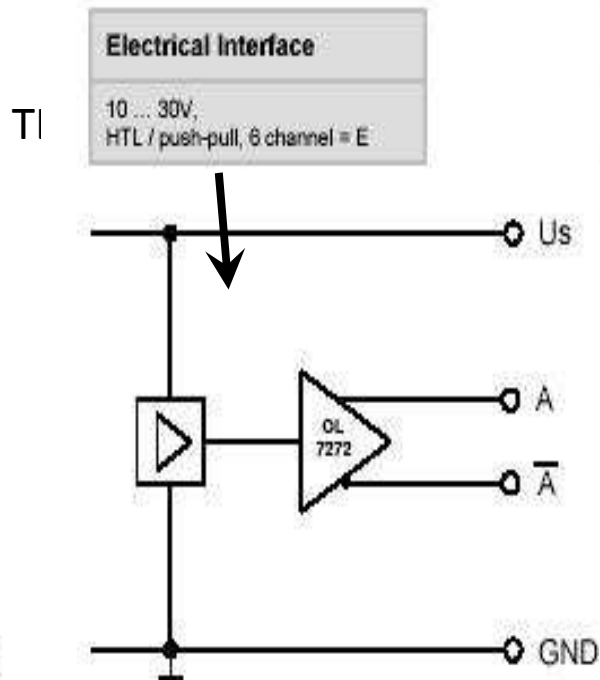


Figure 67, Connector unit

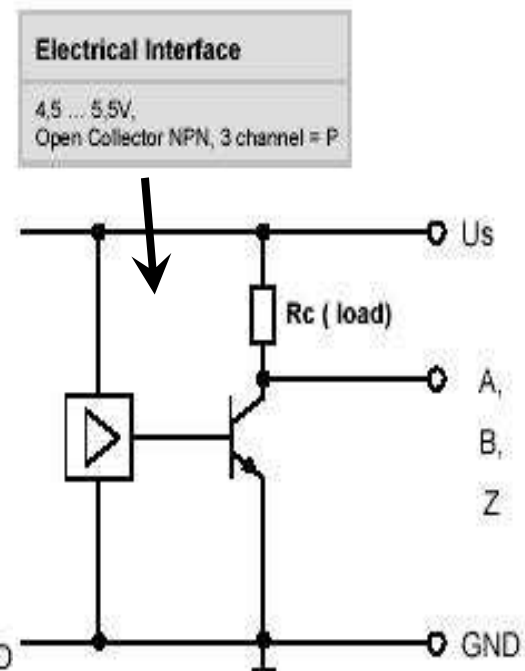
انواع خروجی انکودر افزایشی:



- Output level: $U_s = 5V$
 $U_{A_high} = 3,5V$
 $U_{A_low} = 0,75V$

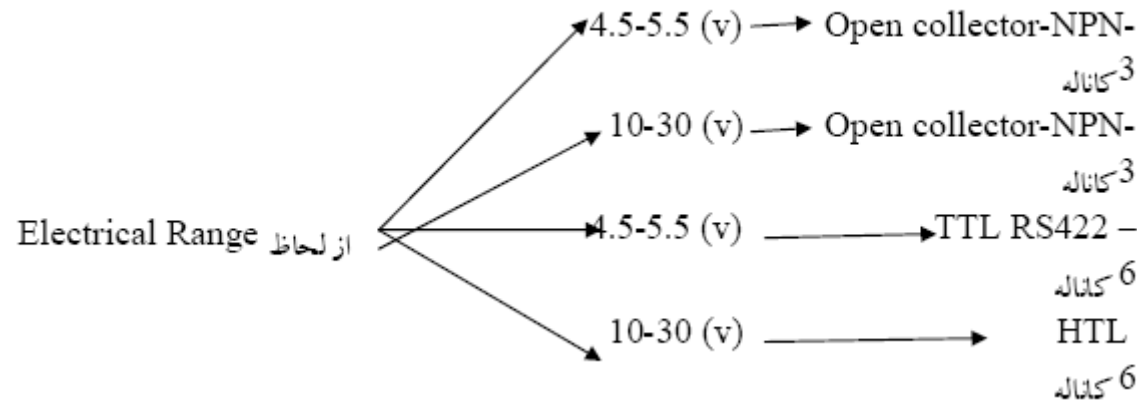


- Output level: $U_s = 24V$
 $U_{A_high} = 18V$
 $U_{A_low} = 2,7V$



- Output level: $U_s = 5V$; $R_c = 1K\Omega$
 $U_{A_high} = 4,5V$
 $U_{A_low} = 0,4V$

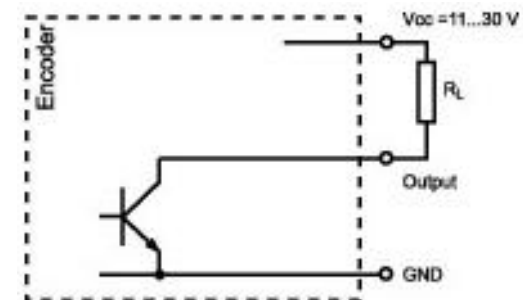
از لحاظ سطح ولتاژ



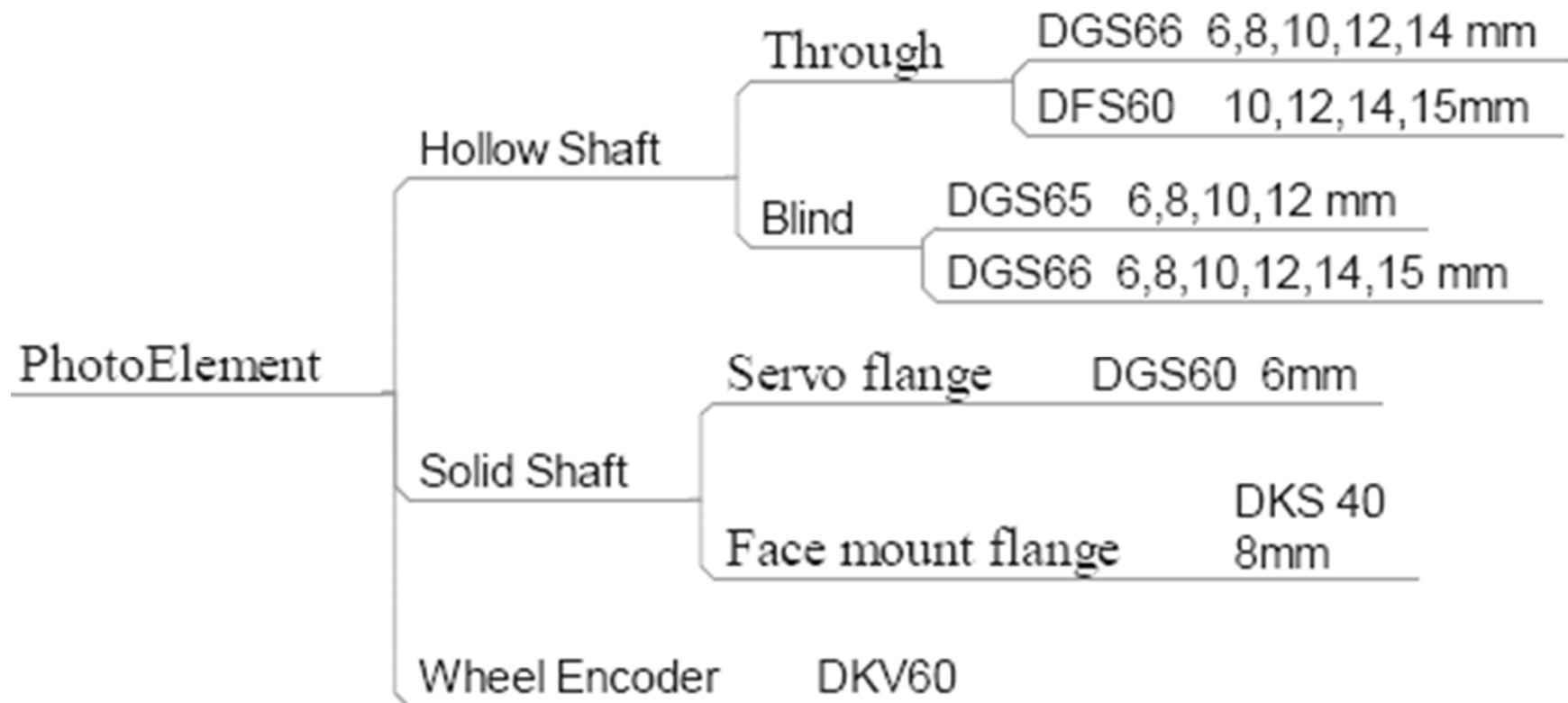
مدار Open Collector

Open Collector (O.C.) NPN

Outlet circuit	Driver ULN 2003 or equivalent
Load capacity	40 mA per channel
Length of cable allowed	50 m (Vcc = 24 Vdc)
Advisable load resistance	$R_L = 1,8K\Omega$ (Vcc = 24 Vdc)
Low signal level	$V_{OL} < 2V$ (Vcc = 24 Vdc)
High signal level	$V_{OH} > 22V$ (Vcc = 24 Vdc)
Electrical supply	11...30 Vdc
Maximum ondulation	300 m V Vcc
Protection against short circuit	Not permanent
Max. Standard frequency	50 kHz - 100 kHz



دسته بندی بر اساس قطر شفت



فلنج

Servo flange



Face mount flange



• پس انکودر افزایشی پالس الکتریکی HIGH/LOW در یک استپ اندازه گیری تولید می کند.

• مقدار اندازه گیری شده بوسیله شمارش سیگنال ها در یک شمارنده مجزا تعیین می شود.

• حال این تعداد سیگنالها می تواند سرعت , زاویه , فاصله و ... باشد.

قیمت

Incremental:

-> Absolute Single:

-> Absolute Multi:

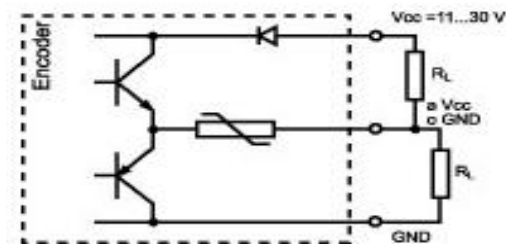
کارایی



مدار HTL Push-Pull

Push-Pull

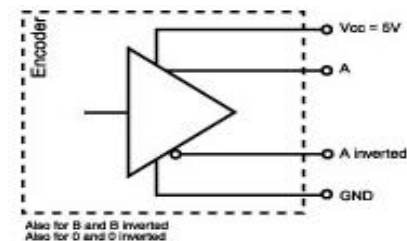
Outlet circuit	BC 327, BC 337 or equivalent
Load capacity	40 mA per channel
Length of cable allowed	50 m ($V_{CC} = 24 \text{ Vdc}$)
Advisable load resistance	$R_L = 1,8 \text{ K}\Omega$ ($V_{CC} = 24 \text{ Vdc}$)
Low signal level	$V_{OL} < 2 \text{ V}$ ($V_{CC} = 24 \text{ Vdc}$)
High signal level	$V_{OH} > 22 \text{ V}$ ($V_{CC} = 24 \text{ Vdc}$)
Electrical supply	11...30 Vdc
Protection against short circuit	Not permanent
Max. Standard frequency	50 kHz - 100 kHz



مدار TTL RS422

Differential rs-422

Outlet circuit	Standard EIA RS 422
Load capacity	20 mA
Length of cable allowed	1200 m
Protection against short circuit	Not permanent
Electrical supply	5 Vdc $\pm 5\%$
Max. Standard frequency	300 kHz
Receiver recommended	AM26LS32 or equivalent



تقسیم بندی مدل های شرکت SICK
آلمان


SICK Encoder Products

Incremental Encoder

DKS40 

DGS60 

DGS65 

DGS66 



DRS60
CoreTech[®]
by SICK | STEGMANN 

Absolute Encoder

Singelturn

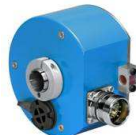
ARS60 

SSI Parallel

Multiturn

ATM60 

PROFI BUS DeviceNet[®]
CANopen **SSI**

ATM90 

PROFI BUS **SSI**

Lineare Encoder

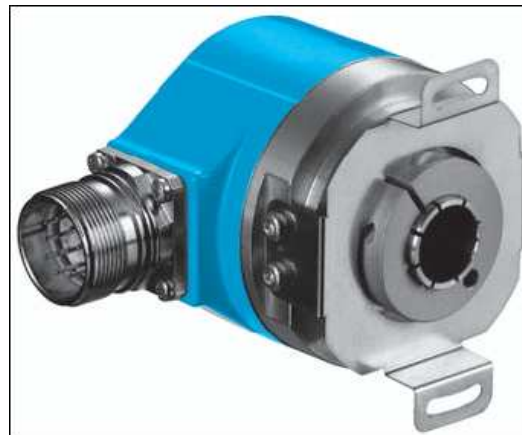
KH53 

SSI **PROFI BUS**

BTF/ PF 

PROFI BUS DeviceNet[®]
CANopen **SSI**

CoreTech



SICK | STEGMANN



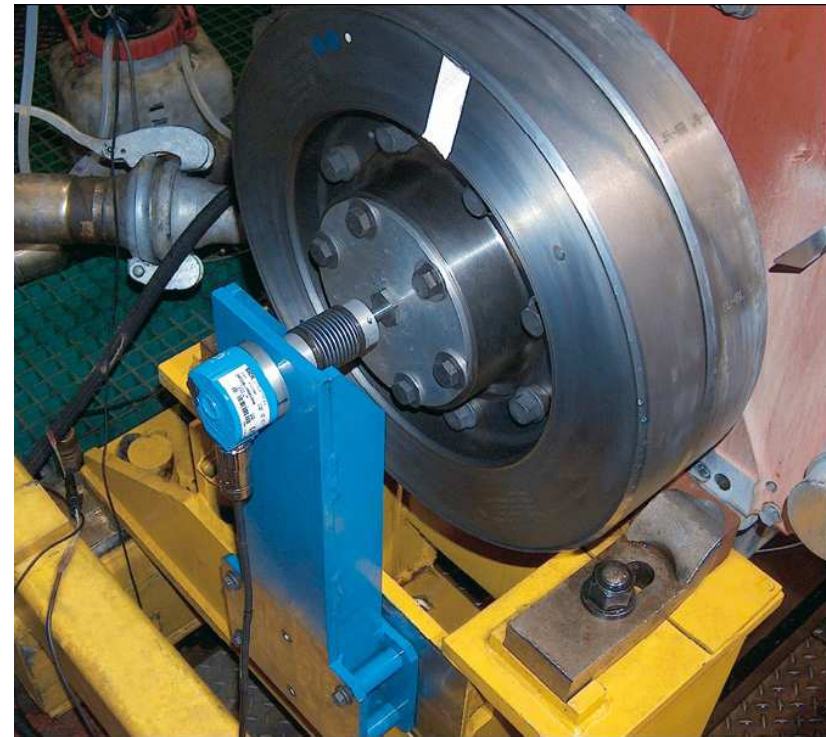
نسل جدید انکودر - CoreTech®

CoreTech®
by SICK | STEGMANN

CoreTech چیست؟

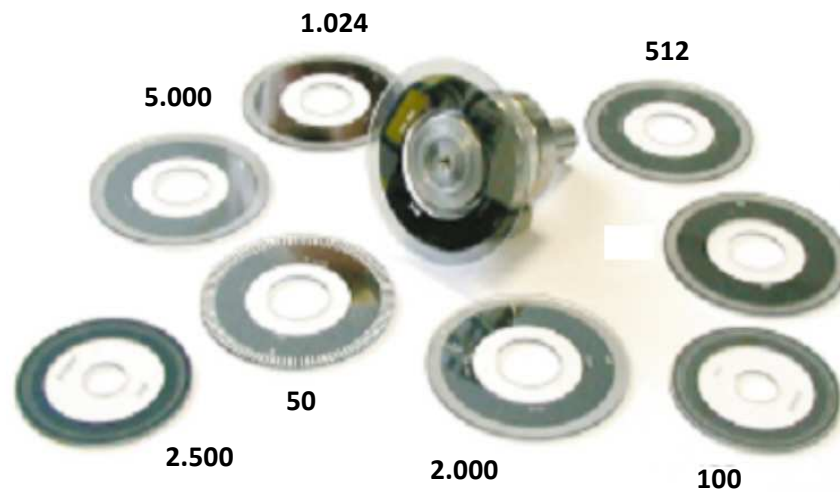
تکنولوژی هسته = CoreTech

برای انکودر های با قطر ۵۰ mm



چرا از CoreTech استفاده می کنیم؟

- یک دیسک جداگانه برای هر رزولوشن
- اتصالات آن از یک رنج وسیع مکانیکی تشکیل شده است.



چه دشواری هایی از این بوجود آمده است؟

- نگهداری دسته جمعی و عمده آن سخت و یا غیر ممکن می باشد.
- زمان سفارش طولانی



CoreTech چه نو آوری عرضه کرده است؟



• تنها یک دیسک کد برای هر رزولوشن



• تعریف موقعیت پالس مرجع

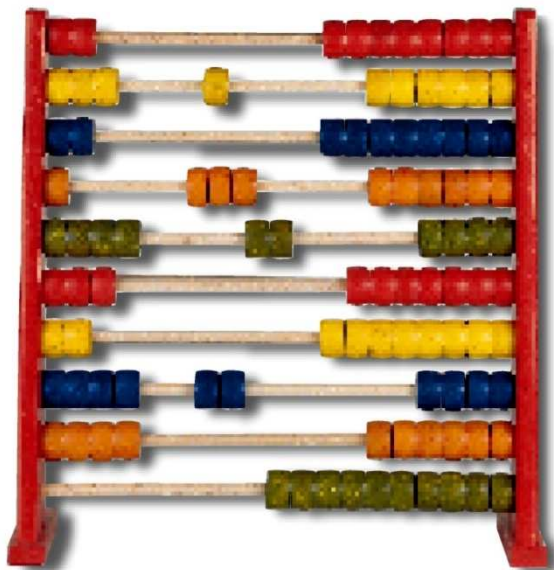


• بطور ۴۸ ساعته وقتیکه لازم باشد برای مصرف کننده می فرستند.

CoreTech چه منافعی را پیشنهاد می کند؟

- صرفه جویی در زمان بخاطر تعریف موقعیت پالس مرجع
- گیربکس گران و پیچیده زاید شناخته شد چون شفت انکودر CoreTech برای هر رزولوشنی در دسترس است.
- دسترس بودن جهانی و زمان سفارش کوتاه
- بخاطر ۴۸ ساعته بودن سفارش آن قیمت Stock برای آن معنا ندارد.





چه تعدادی مقادیر امکان پذیر است؟

• 2^8 ترکیب مکانیکی و الکتریکی

• 2^{13} خط افزایشی قابل برنامه ریزی (رزولوشن افزایشی)

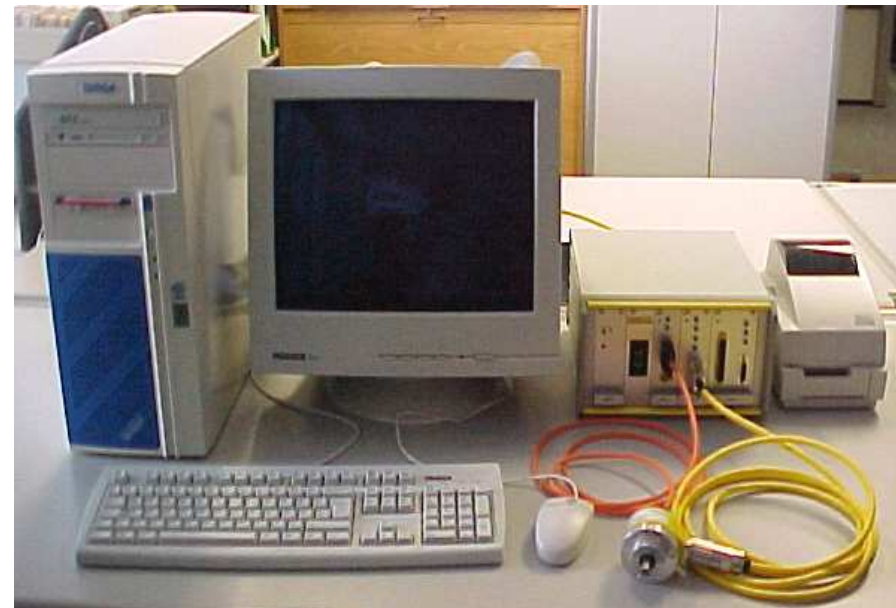
• 2^{15} استپ قابل برنامه ریزی (رزولوشن مطلق)

مدل $10,300,000 =$

تنها با ۱۰۰ مدل مجزا

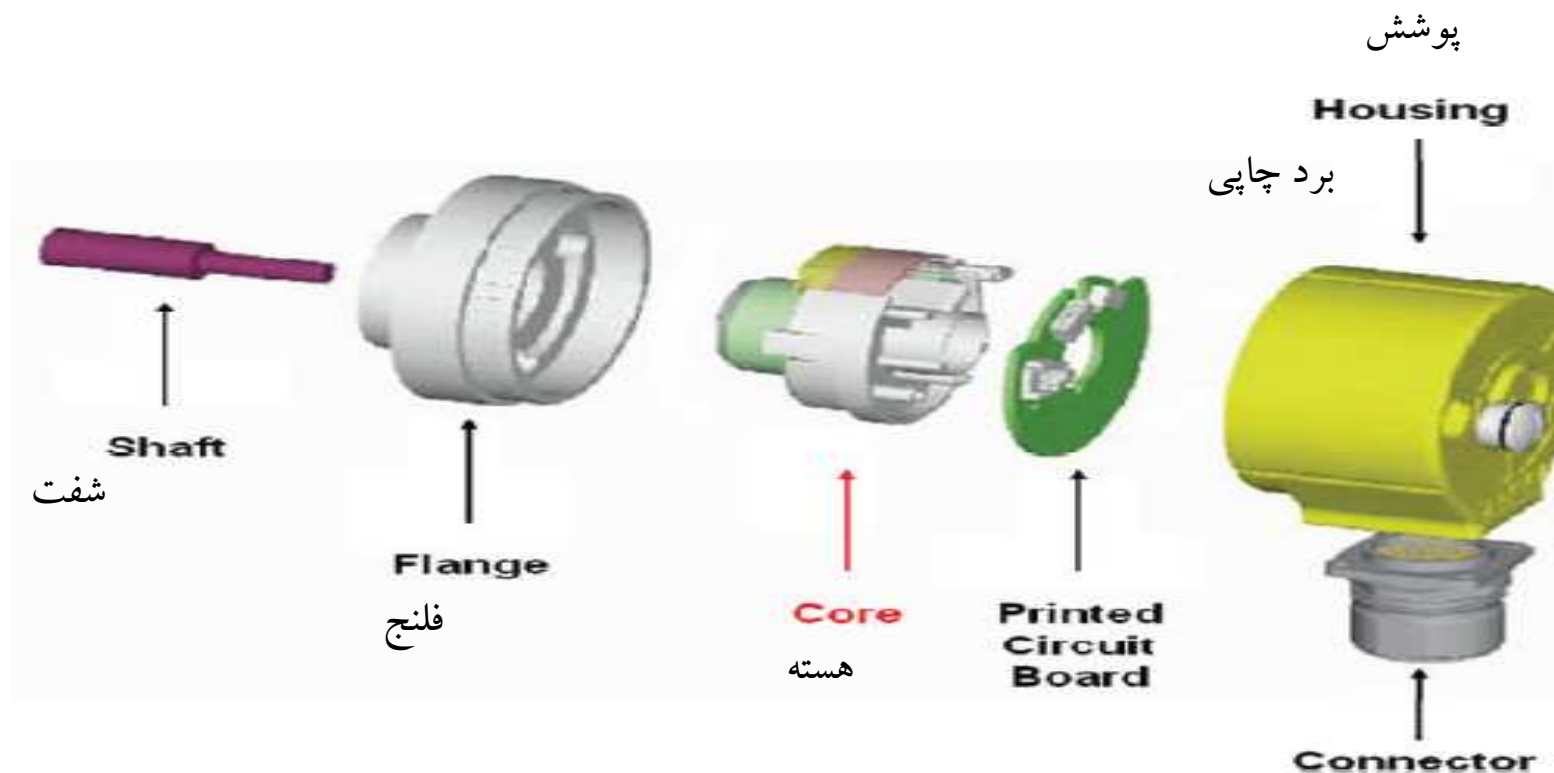
در جهان منحصر به فرد است.

برنامه ریزی کردن آن بوسیله کامپیوتر

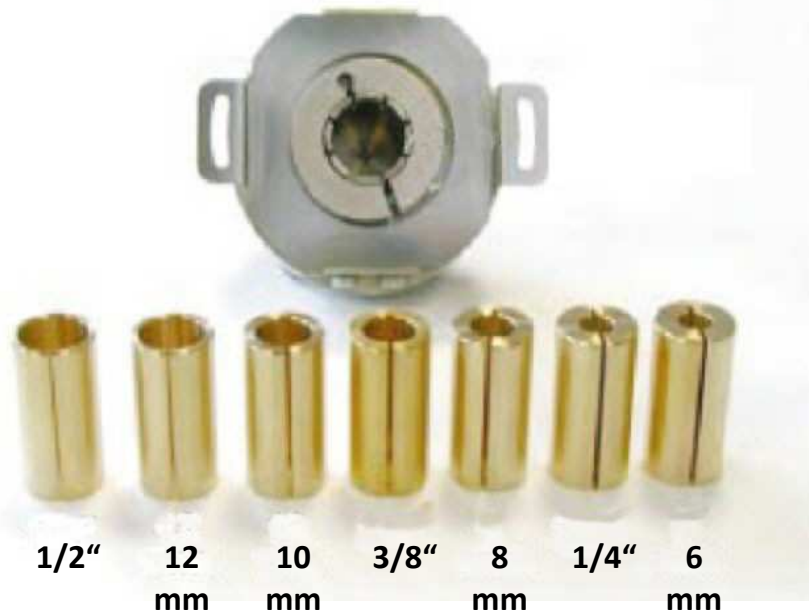


• بتازگی شرکت SICK از تکنولوژی جدیدی بنام Core Tech استفاده نموده است. مزیت آن این است که از کد دیسک های شیشه ای شکننده استفاده نمی شود و برای محیط های با لرزش بالا هم کاربرد فراوان دارد.

علاوه بر این در بعضی از مدل ها رزولوشن آنها نیز با یک دستگاه کامپیوتر از ۱ تا ۸۱۹۲ قابل برنامه ریزی است. در تکنولوژی Core Tech از اثر Hall در هسته برای اندازه گیری استفاده می شود.



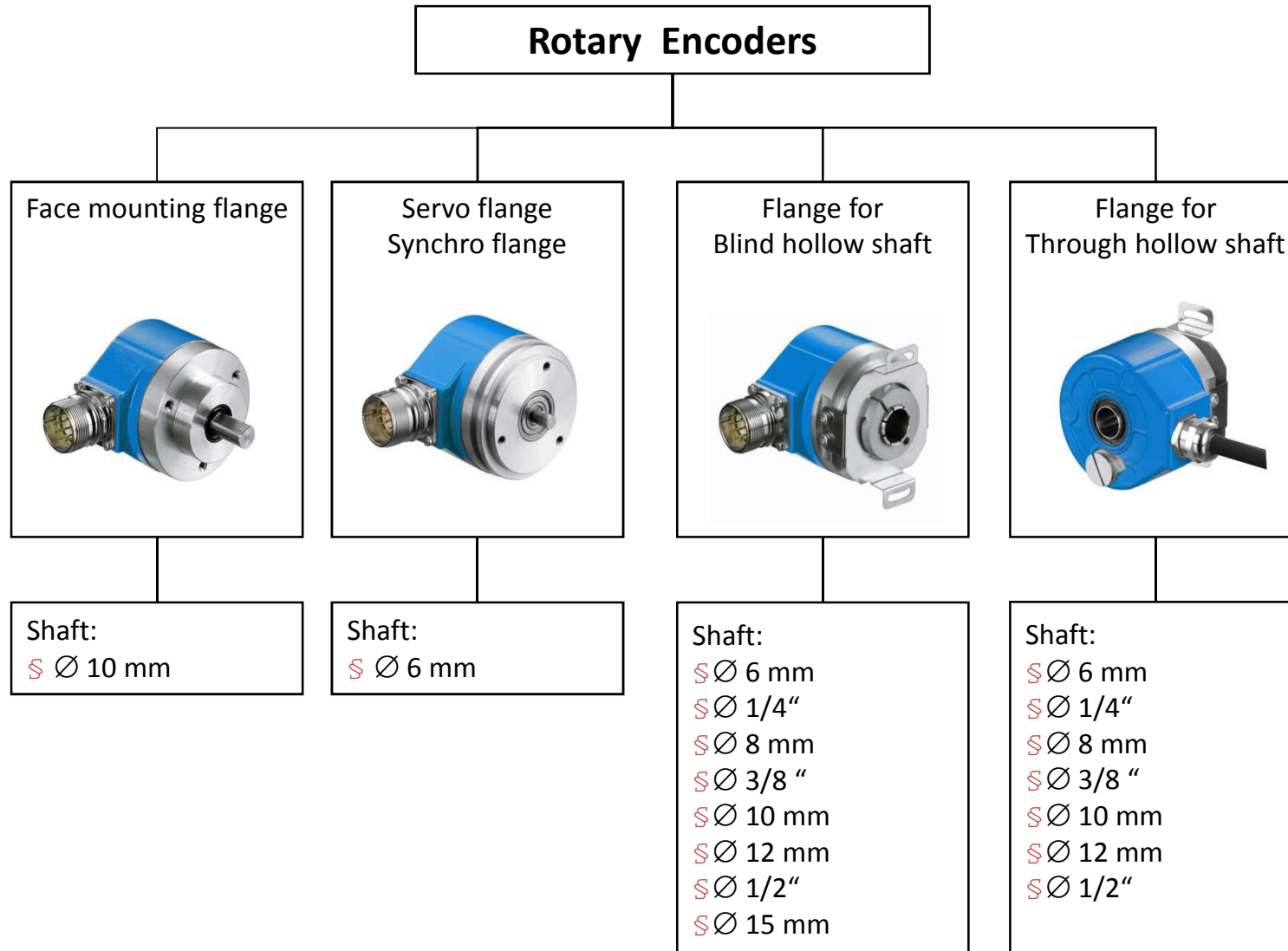
یک ایده زیرکانه : Hollow Shaft



• Collet های قابل تعویض برای Hollow Shaft های مختلف در دسترس میباشد.

• Blind Hollow Shaft از ۶ تا ۱۵ mm

• Through hollow Shaft 1/2" ... 6 mm



شفت انکودر مطلق (Absolute)



شفت انکودر های مطلق مقدار اندازه گیری شده را بصورت باینری نشان می دهند. اساس عملکرد طبق انکودر های افزایشی است و فقط دیسک کد آن متفاوت است.

Steel plant



- ? ATM60 to detect the position of the slag digger



Windmill



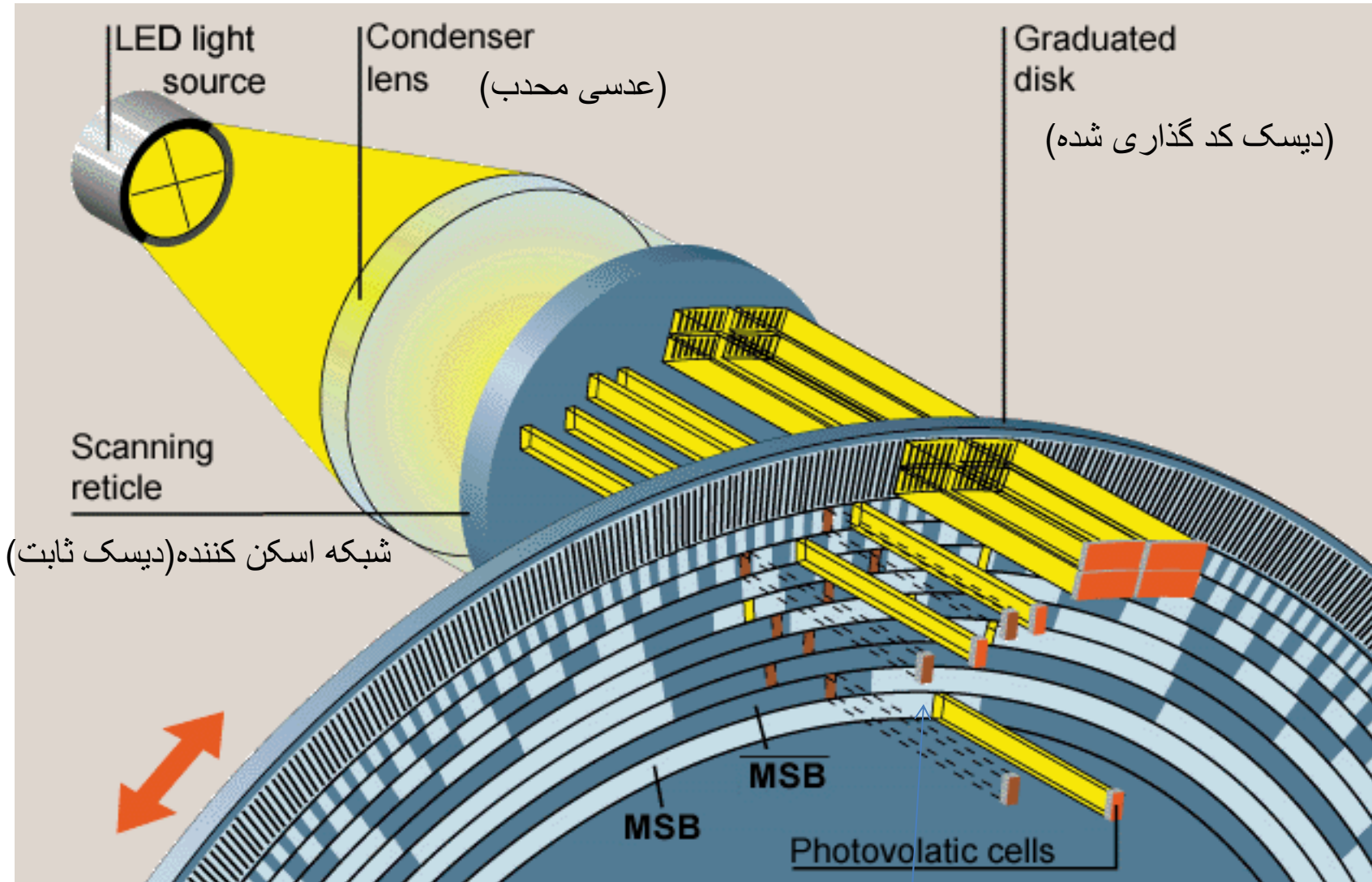
- ? Control the angular position of the rotor blades („PITCH“)
- ? Heavy environment conditions
- ? One ATM60 for each rotor blade



Tire manufacture device

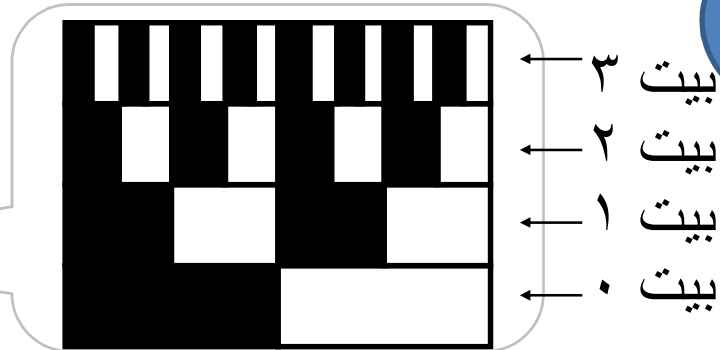
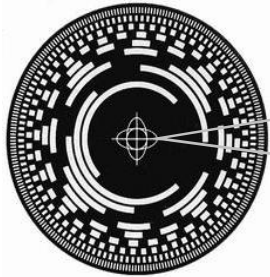


- ? ATM60 Profibus for monitoring the rubber layers



سلول های فتو الکتریک

مفهوم Resolution در انکودر مطلق:



Resolution در انکودر مطلق به تعداد دوائر هم مرکز بر روی Code Disk بستگی دارد.

• به ازاء هر موقعیت فیزیکی نظیر زاویه، سرعت، فاصله ... یک عدد دیجیتال نسبت داده می شود. ۰۰۰ و ۰۰۱ و ...

Decimal - Code	Binary - Code	Gray - Code
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

Single step Code, is the preferred code for use in the absolute encoder

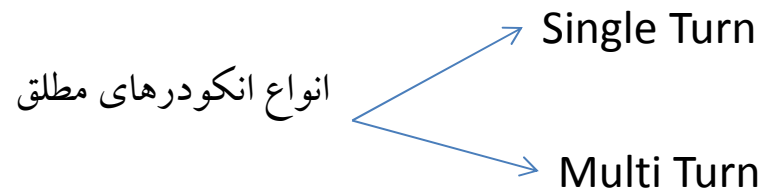


• کدهای مورد استفاده مانند:

Gray Code, BCD Code, و یا کدهای دوتایی (Binary Code)

• بعد از هر چرخش کامل شفت، شمارش بطور مجدد از ابتدا شروع می شود.

انواع انکودرهای مطلق



در **Single Turn** بعد از یک دور کامل دوباره به محل اول باز می گردیم و شمارش از اول شروع می شود.

ولی در **Multi Turn** علاوه بر فراهم کردن کد برای هر زاویه، تعداد دور پیموده شده از ابتدای حرکت را نشان می دهد.

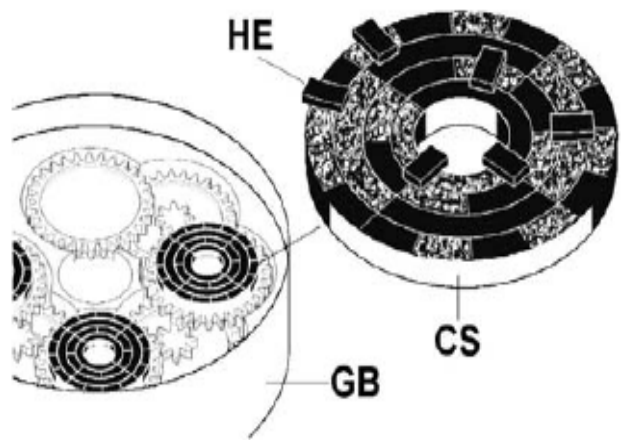


Figure 34, Gear box with coded discs and Hall elements

مزایای Multi Turn

- از مزایای دیگر آن مقاومت در برابر شوک و لرزش می باشد.
- ابعاد کوچک
- مطابق با RS422 و ابزار برنامه ریزی
- اسکن کردن مغناطیسی
- تنظیم الکتریکی

HE: Hall element; CS: coded disc; GB: gear box.

HE: المنت هال

CS: دیسک کد

GB: جعبه دنده

Total resolution	8.192 Steps per Turn
	8.192 Turns (max. 25 Bit)

انکودر مطلق (Absolute Multi Turn)

نصب تعدادی آهن ربای دائمی بر روی Code Disk و سنسور Hall-effect جهت آشکار سازی آهن رباها به عنوان سیستم تشخیص چرخش Code Disk

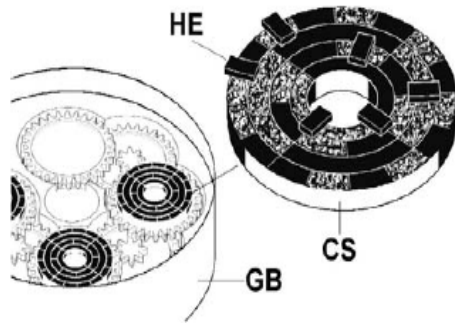


Figure 34, Gear box with coded discs and Hall elements

HE: Hall element; CS: coded disc; GB: gear box.

HE: المنت هال
CS: دیسک کد
GB: جعبه دنده

سیستم مغناطیسی جایگزین سیستم نوری

مقاومت بیشتر در برابر لرزش

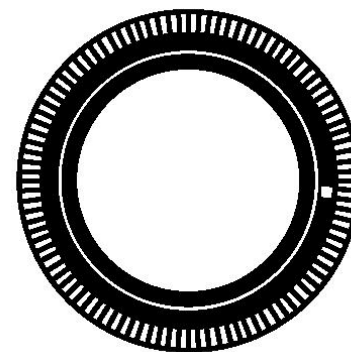
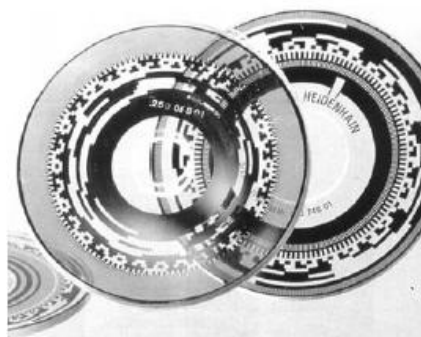
افزایش رزولوشن

و
شوک مکانیکی

افزایش عمر مفید انکودر

افزایش دقت

یکی از تفاوت‌های اصلی ساختار انکودر مطلق و افزایشی در Code Disk است.



شفت انکودر مطلق بلافاصله بعد از روشن شدن یا بعد از عیب و نقص از power مقدار موقعیت واقعی را نشان می‌دهد. همچنین می‌تواند تعداد دورها را نیز نشان دهد و رنج وسیعی برای اندازه‌گیری دارد. پیچیدگی Absolute از لحاظ اتصالات و ارزیابی از Incremental بیشتر می‌باشد و Absolute گرانتر از Incremental می‌باشد.



در تکنولوژی کنترل از انواع مختلف کد استفاده می کنند . برای مثال : Gray,BCD و باینری

کد باینری:

در کد باینری هر عدد مقدار مشخصی دارد و از 2^0 شروع و تا 2^{n-1} ادامه دارد. اشکال این روش تغییرات

بیتی زیاد در یک لحظه از زمان می باشد که در تشخیص نوری این یک اشکال محسوب می گردد

Bit 1 (LSB)																
Bit 2																
Bit 3																
Bit 4 (MSB)																
Value	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Figure 36, Dual code

BCD	Decimal
0000	= 0
0001	= 1
0010	= 2
0011	= 3
0100	= 4
0101	= 5
0110	= 6
0111	= 7
1000	= 8
1001	= 9

کد BCD :

یک طراحی ۴ تایی دارد بطوریکه به هر رقم از مبنای ۱۰، ۴ بیت اختصاص داده شده است. کدهای BCD مواقعی استفاده می شوند که نمایشگرهای مبنای ۱۰ به طور مستقیم مورد استفاده قرار می گیرد.

3 6 0 0

0011 0110 0000 0000

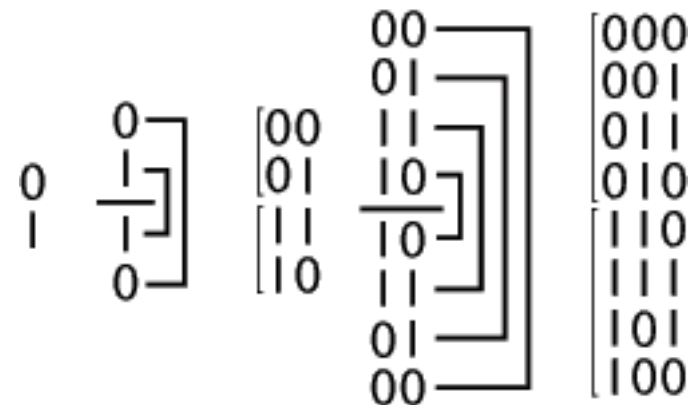
چهار بیت از 0000 تا 1001 استفاده می شوند و از ۱۰ تا 15 یعنی از ۱۰10 تا 1111 مورد استفاده قرار نمی گیرند پس بازده و راندمان این روش پایین است

کد گری (Gray Code) : دنباله ای از اعداد باینری است که هر عدد با عدد بعدی تنها در یک

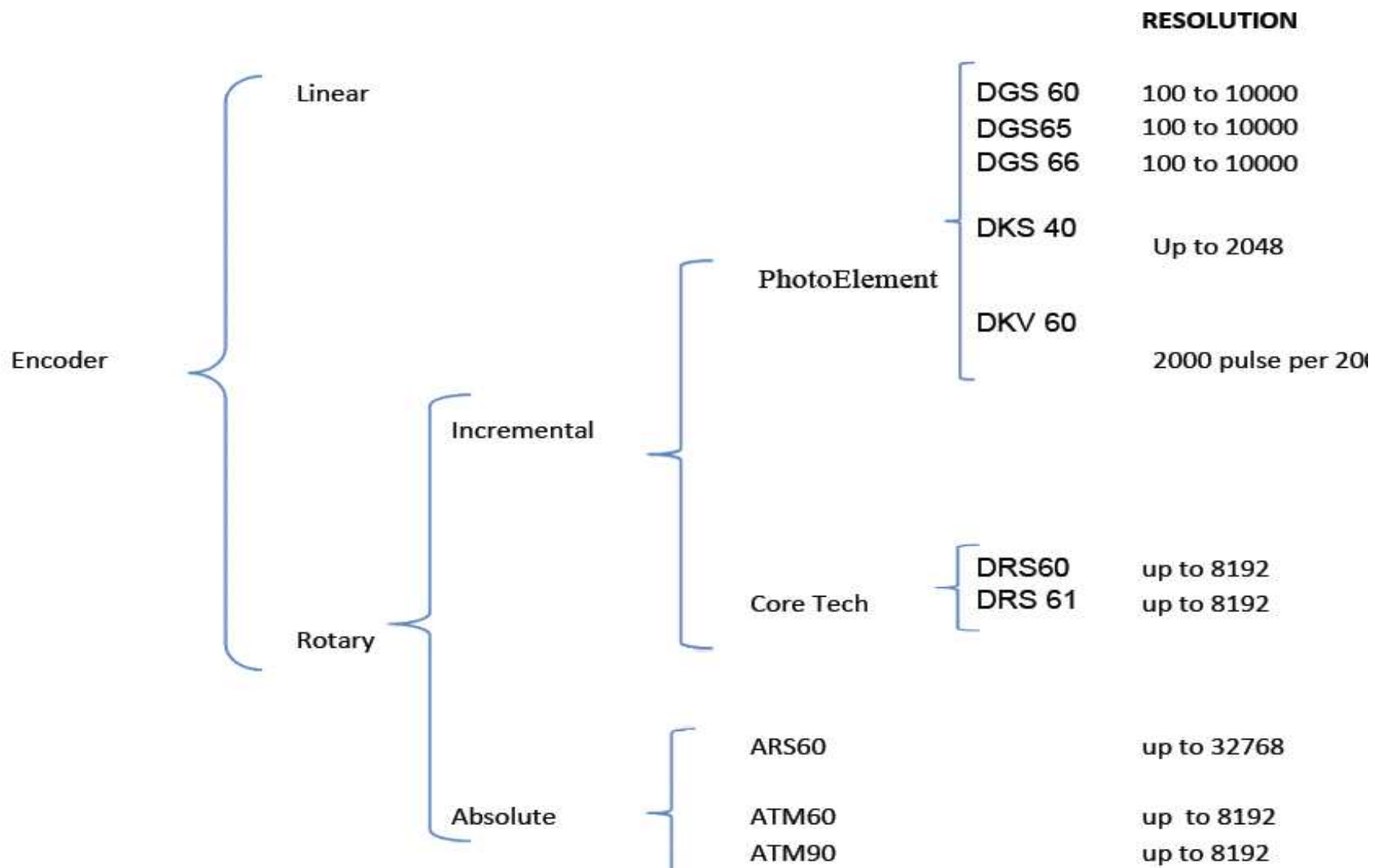
بیت اختلاف دارد.

Bit 1 (LSB)	Bit 2	Bit 3	Bit 4 (MSB)	Value
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	2
1	1	0	0	3
0	0	1	0	4
1	0	1	0	5
0	1	1	0	6
1	1	1	0	7
0	0	0	1	8
1	0	0	1	9
0	1	0	1	10
1	1	0	1	11
0	0	1	1	12
1	0	1	1	13
0	1	0	1	14
1	1	0	1	15

دنباله اعداد با کد Gray دارای تقارن آینه ای است.



تقسیم بندی کلی انکودرهای Rotary به همراه مدل آن از Sick:





◀ In a high-bay warehouse, the co-ordinates MUST be correct in order to ensure smooth operation. With KH 53 Linear Encoders, they are correct to a tenth of a millimetre.

▼ Pinpoint positioning, even over long distances: in fully and partially automated loading stations, Linear Encoders – quite literally – are the measure of all things.



اطلاعات مکانیکی

مهمترین اطلاعات مکانیکی انکودر شامل:

۱- گشتاور راه اندازی و کاری انکودر

۲- بیشترین سرعت چرخش انکودر

۳- ماکزیمم فرکانس خروجی انکودر

۴- بار مجاز شفت انکودر

۵- دمای کاری انکودر

۶- جنس بدنه انکودر

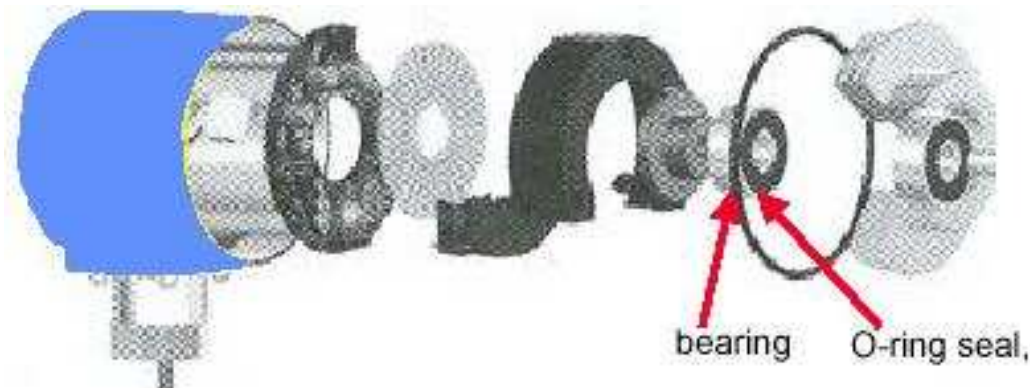
و ...

گشتاور راه اندازی انکودر

حداقل مقدار نیروی مورد نیاز شفت در لحظه راه اندازی برای شروع حرکت چرخشی از حالت سکون

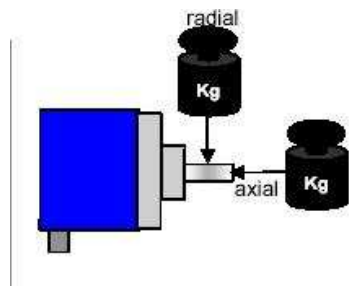
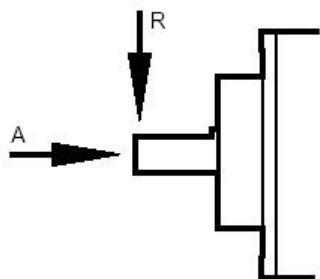
گشتاور کاری انکودر

این گشتاور نتیجه اصطکاک بین بیرینگها و O-ring Seal در ساختمان انکودر است



بار مجاز شفت

بیشترین نیروی قابل تحمل برای شفت بر حسب نیوتن در دو جهت عمودی و افقی



مثال: بار بر روی شفت در جهت افقی



- نصب انکودر بدون کوپلینگ مناسب
- اضافه کردن طول شفت

مثال: بار بر روی شفت در جهت عمودی



اگر حداکثر سرعت چرخش انکودر از سرعت چرخش دستگاه متصل به آن کمتر باشد، انکودر قادر به کار نبوده و خطا ایجاد می شود.

$$F = \frac{n}{60} \times Z$$

F: فرکانس خروجی

n: سرعت

Z: رزولوشن

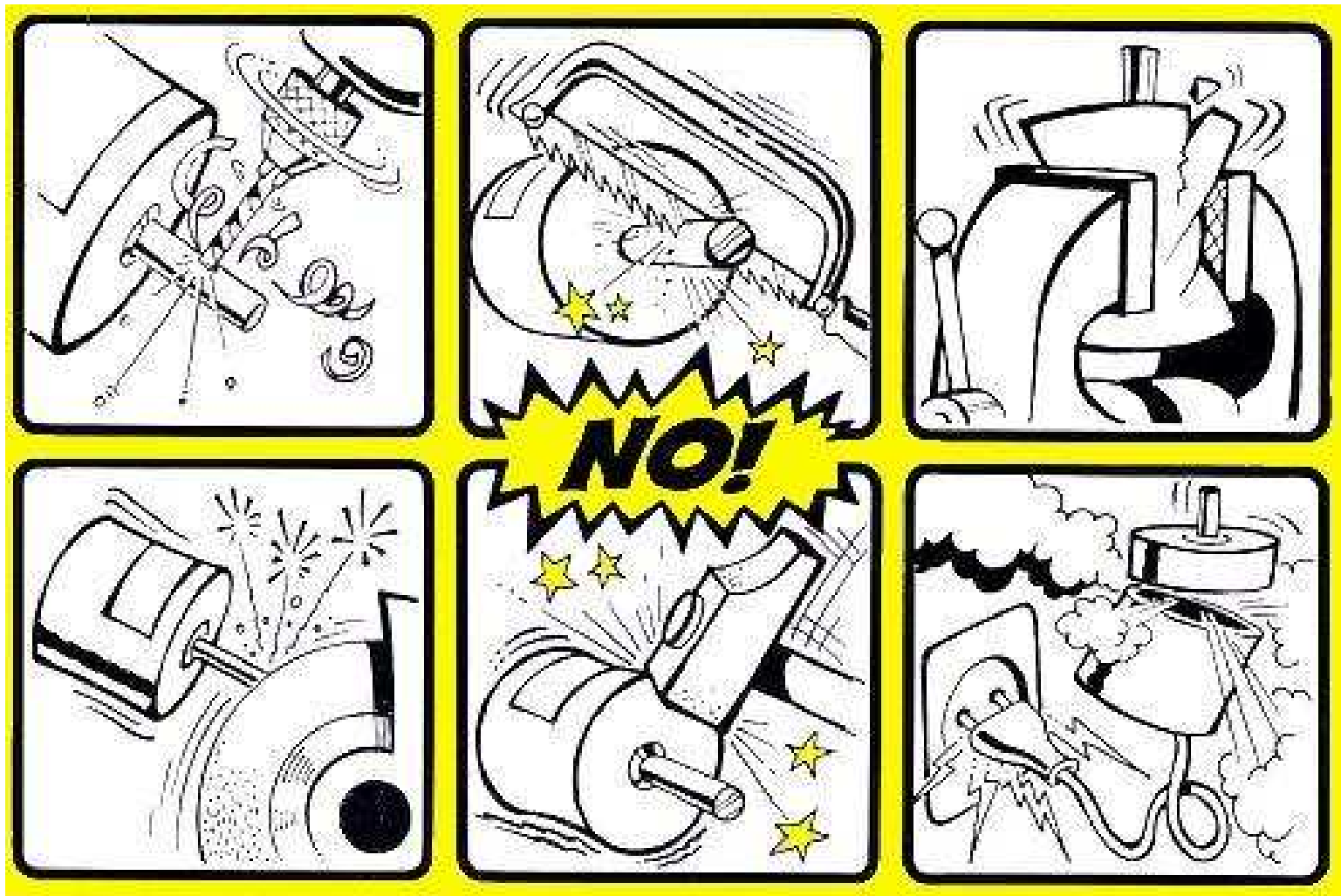
بیشترین مقدار فرکانس خروجی رابطه مستقیم

با سرعت چرخشی و رزولوشن انکودر دارد:

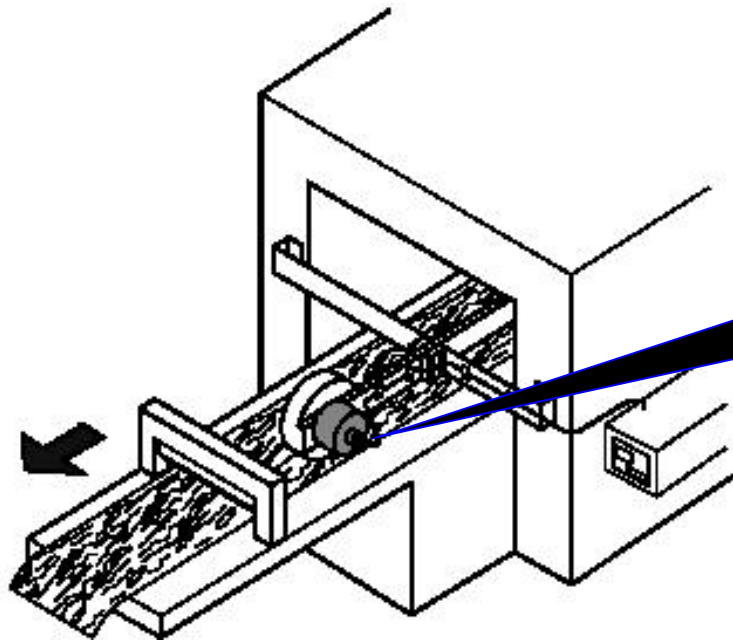
مثال: فرکانس انکودر با رزولوشن ۸۱۹۲ و ماکزیمم سرعت 6000

rpm

$$F = \frac{6000}{60} \times 8192 = 819200 \text{ Hz} \sim 820 \text{ KHz}$$



اندازه گیری متر از دقیق لایه چوب توسط یک انکودر افزایشی و یک شمارنده



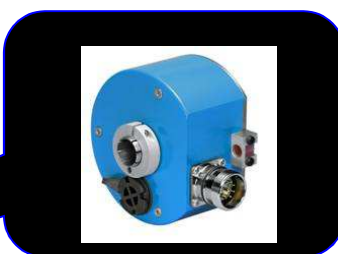
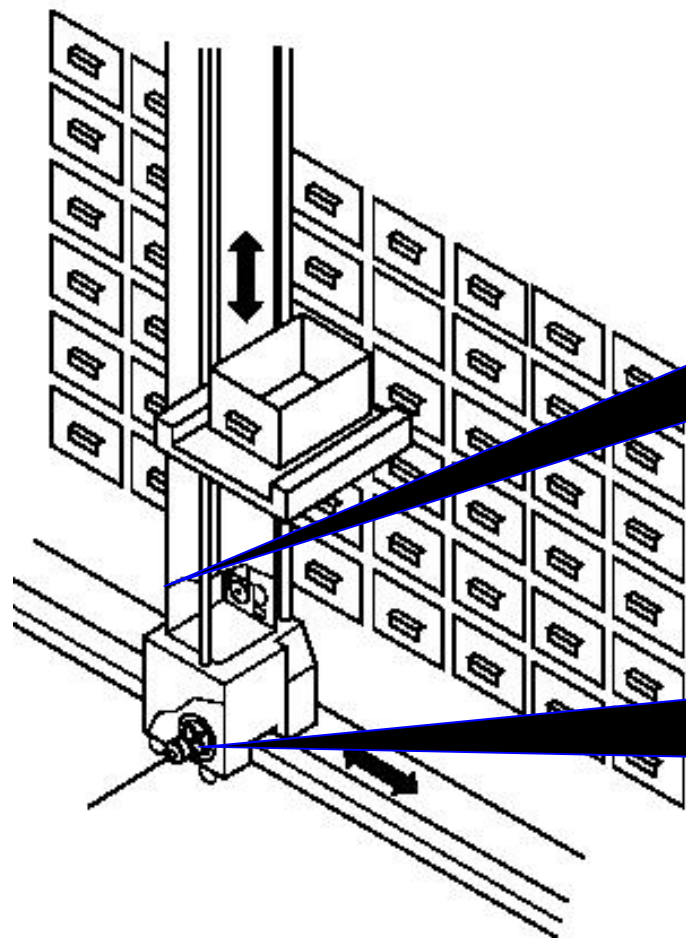
Incremental Encoder

Model:DRS60-4A01024

Solid shaft 10 mm , 01024 pulse

کنترل موقعیت ماشین حمل برای بارگیری دقیق

کالاها به وسیله انکودر مطلق Multiturn



Absolute Multiturn Encoder

Model:ATM90-ATA12X12

Hollowshaft 12 mm , 25 bit

Max. No. of step per Rev.: 8192

Max. No. of Rev.: 8192



Absolute Multiturn Encoder

Model:ATM60-A1A12X12

Solid shaft 6 mm , 25 bit

Max. No. of step per Rev.: 8192

Max. No. of Rev.: 8192

Absolute Multiturn Encoder

Model:ATM60-A4A12X12

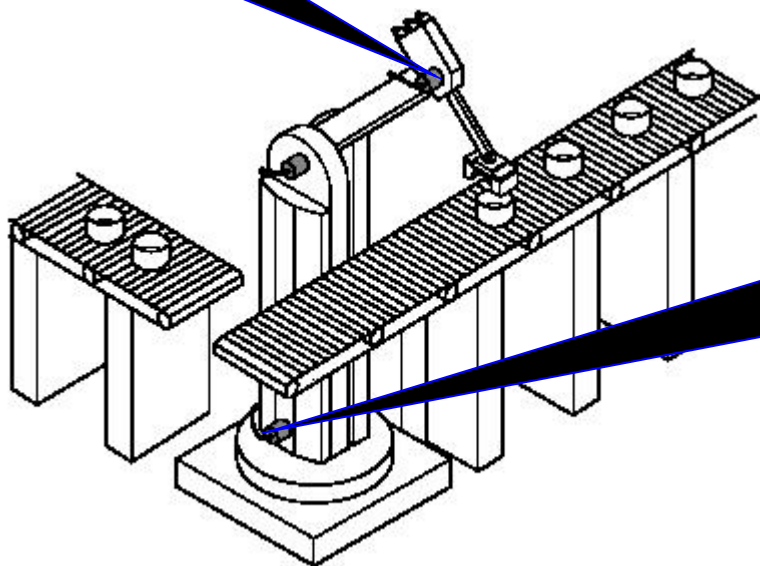
Solid shaft 6 mm , 25 bit

Max. No. of step per Rev.: 8192

Max. No. of Rev.: 8192



کنترل حرکت بازوی ربات در جابه جایی
اشیا بر روی نوار نقاله بوسیله انکودر مطلق



Absolute Multiturn Encoder

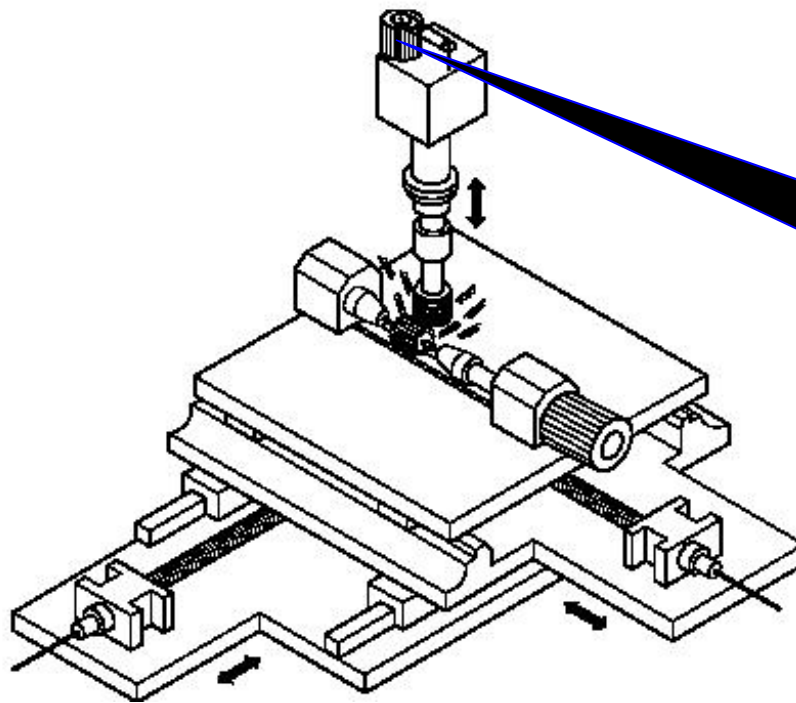
Model:ATM60-AAA12X12

Hollowshaft 15 mm , 25 bit

Max. No. of step per Rev.: 8192

Max. No. of Rev.: 8192





کنترل موقعیت دقیق دستگاه تراش در یک
ماشین صنعتی خودکار توسط یک انکودر
افزایشی



Incremental Encoder

Model: DRS60-4A08192

Solid shaft 10 mm , 08192 pulse



ARS 60 encoders ensure the right adjustment of trip cams

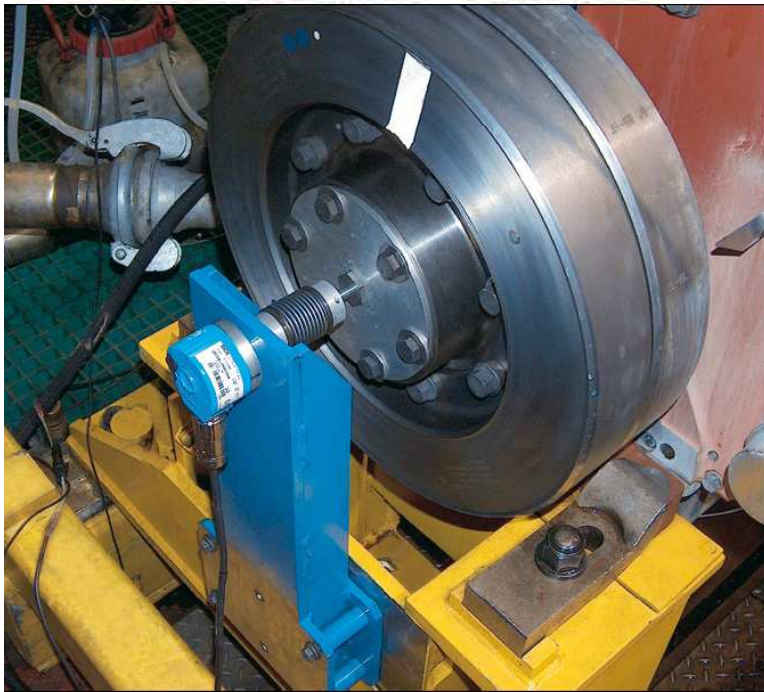


ATM60 encoders reliably monitor the hoisting drives

Multiturn SKM 36 gears



*Simple electronic zero-pulse assignment
at the touch of a button with the DRS60
encoder*



Saves a lot of time: the incremental encoder DRS60 and its zero-pulse assignment at the touch of a button, here completely installed



The DKS40 incremental encoder ensures that cabins stop level with the floor



The DKS40 incremental encoder ensures that cabins stop level with the floor

