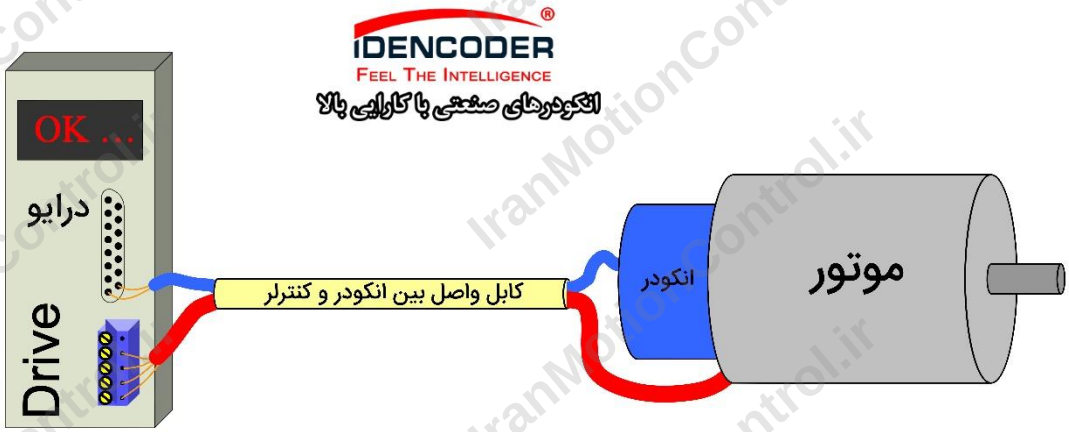
انکودر افزایشی چیست؟ کاربرد انکودر های افزایشی در کجاست؟ تفاوت انکودر افزایشی و انکودر مطلق در چیست؟

در این مقاله تعریف کلی از انکودر ها و اولین زیر مجموعه آن یعنی انکودر های افزایشی، دسته بندی انکودر ها افزایشی از نظر نحوه کارایی یا عملکرد، کاربردهای انکودر های افزایشی و مثال استفاده این انکودر ها در آسانسور، تفاوت بین انکودر های افزایشی و مطلق، توضیحی در مورد تکنولوژی ساخت هر مدل به همراه مزایا و معایب آن ها خواهیم پرداخت.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

همانطور که در مقاله انکودر چیست؟ و کاربرد انکودر در کجاست؟ توضیح داده شد، در سیستم های کنترلی (Control Systems) حرکت بایستی به کد دیجیتالی (جهت تحت کنترل بودن بخش الکترونیکی) تبدیل شوند. انکودر یا همان اینکودر (Encoder) که در بین فروشندگان به شفت انکودر (Solid Shaft Encoder) نیز شناخته می شود(به فارسی رمزگذار چرخشی)، یک سیستم الکترومکانیکی (Electromechanical System) است که به انتهای الکتروموتور که همان عامل گردنده یا حرکت مدنظر است متصل شده و حرکت دورانی یا حرکت خطی را به پالس یا بیت های دیجیتالی و یا حتی آنالوگ (به منظور استفاده در انواع سیستم های کنترلی و AVR ها) تبدیل می کند. بدین ترتیب به ازای هر چرخش ۳۶۰ درجه کامل شفت انکودر، یک بسته دیجیتالی تولید می شود و سپس این بسته به وسیله تجهیز دیگری رمزگشایی یا دیکود (Decoder) می گردد. این بسته دارای اطلاعات مهمی از جمله سرعت، جابه جایی، شتاب تعداد دور، سرعت زاویه ای یا زاویه چرخش، مسافت طی شده و ... می باشد. شکل زیر مدار شماتیک اتصال انکودر به درایو نمایش داده است.



ما از انکودر ها در زندگی و روزمرگی خود بدون آنکه بدانیم استفاده می کنیم. از ابتدایی ترین کاربرد انکودر در کارهای روزانه، سخت افزار ماوس جهت دیدن محل نشانگر بر روی کامپیوتر ما است. البته مدل مورد مثال، ماوس های قدیمی می باشد که به صورت گوی بوده است. عملکرد این سخت افزار بدین نحو می باشد که با حرکت دادن ماوس در سطح، گوی زیرین به حرکت در آمده که لذا موجب به حرکت در آمدن صفحه مدرج در میان سنسور ها شده و در نهایت باعث تولید دو ردیف سیگنال می شود. این سیگنال ها، تعیین کننده میزان جابه جایی حول محور های X و Y می باشند. لذا براورد نهایی موقعیت نشانگر ماوس بر روی کامپیوتر شخصی ما می باشد. در عکس زیر شکل شماتیک ماوس و کاربرد انکودر در داخل آن به ترسیم کشیده شده است:

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

حال که توضیح کلی از انکودر ها را مطالعه نمودین، به دسته بندی آن از نظر سیگنال خروجی می پردازیم.

انواع انکودر ها را از نظر نوع سیگنال خروجی جدای از مکانیزم ساخت (نوری ، مغناطیسی و ...) به سه دسته کلی زیر تقسیم بندی می شوند:

۱. انکودر افزایشی یا همان پالسی (Incremental Encoders)

۲. انکودر مطلق یا همان بیتی (Absolute Encoders)

۳. انکودر مطلق مجازی (Virtual Absolute Encoders)

ما در زیر به توضیح دسته اول یعنی اینکودر افزایشی خواهیم پرداخت و بقیه دسته ها را در مقالاتی دیگر به بررسی خواهیم پرداخت.

۱. انکودر افزایشی (Incremental Encoders)

همانطور که در مقاله انواع انکودر چیست؟ انکودر ها از نظر عملکرد و تکنولوژی ساختمان به چند گروه تقسیم بندی می گردند؟ به آن اشاره شد انکودر ها از نظر مکانیزم ساخت به انواع نوری (Optical Encoders) ، مغناطیسی (Magnetic Encoders)، خازنی (Capacitor Encoders) و مکانیکی Mechanical Contact (Encoders) تقسیم بندی می شوند. انکودر های افزایشی یک نوع پروتکل یا قرارداد مشترک با در نظر گرفتن

0910-6008077 021-88717498
IranMotionControl.ir Sales@IranMotionControl.ir instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

خروجی یکسان در این نوع می باشد. بدان معنا که انکودر افزایشی جدای از نوع ساختار خود دارای یک نوع سیگنال می باشد.

انکودرهای پالسی یا همان افزایشی (Incremental Encoders) ، اکثرا جهت سنجش موقعیت در حرکت هاي دوراني و یا حتی خطی مورد استفاده قرار مي گيرند. در انکودر افزایشی (Incremental Encoders) ، به ازاء چرخش روتور به اندازه مشخصی، یک رشته پالس (که قطار پالس هم می گویند) در خروجی تولید می گردد. این سري پالس ها، یکنواخت و پشت سر هم، متناسب با چرخش و حرکت مکانیکی مورد نظر، تولید می گردد. به طور مثال ، اگر بخواهیم چرخش مکانیکی محور را به 1000 قسمت تقسیم کنیم ، می توان از اینکودري استفاده کرد که ۱۰۰۰ سیکل موج مربعی بازاء هر دور چرخش ایجاد می نماید. منظور از سیکل موج مربعی همان تعداد شیار های موجود روی یک انکودر افزایشی نوری می باشد. با استفاده از یک شمارنده براي شمارش این سیکلها ، می توانیم بفهمیم که محور چقدر چرخیده است. مثلا در مورد مثال بالا (انکودر با ۱۰۰۰ قطاع)، عدد ۱۰۰ معادل ۳۶ درجه ، ۱۵۰ معادل ۵۴ درجه و غیره خواهند بود . البته ادوات دیگری نیز برای این کار مناسب می باشد. به طور مثال اسیلوسکوپ، میکرو کنترلر و یا حتی خود درایو یا PLC و ... . تنها محدودیت این ادوات، ظرفیت حافظه کنترلر خواهد بود که در حال حاضر با پیشرفت علم و تکنولوژی این محدودیت کم رنگ گردیده است. تعداد سیکل ها در هر دور چرخش نیز ، به وسیله فاصله علائم روي دیسک چرخان و کیفیت نور مورد استفاده محدود می شود.

از اصلی ترین و پر استفاده ترین کاربرد های انکودر های افزایشی که ما روزانه در منزل، محیط کار و غیره استفاده می کنیم که ممکن می باشد به آن دقت نکرده ایم، کنترل حرکت و تعیین موقعیت آسانسور ها می باشد.

جهت داشتن حرکتی نرم، بدون تنش و ارزش در آسانسور ها، می توان در آسانسور ها از انکودر جهت مشخص نمودن لحظه ای مشخصات حرکت شفت موتور استفاده نمود. در این حالت این مشخصات به تابلو فرمان و با کمک درایو می توان مطلوب ترین فرکانس را در اختیار موتور قرار داد و به هدف نهایی خود رسید.

از وظایف اصلی کاربرد انکودر در آسانسور (Encoder Functions) می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. کاربرد انکودر در آسانسور ها به منظور تشخیص سرعت
۲. استفاده انکودر در آسانسور به منظور انتقال جهت موتور اصلی به درایو
۳. استفاده انکودر در سیستم کنترل آسانسور به منظور افزایش دقت و کیفیت حرکت کابین
۴. مشخص نمودن لحظه ای مشخصات حرکت شفت موتور آسانسور

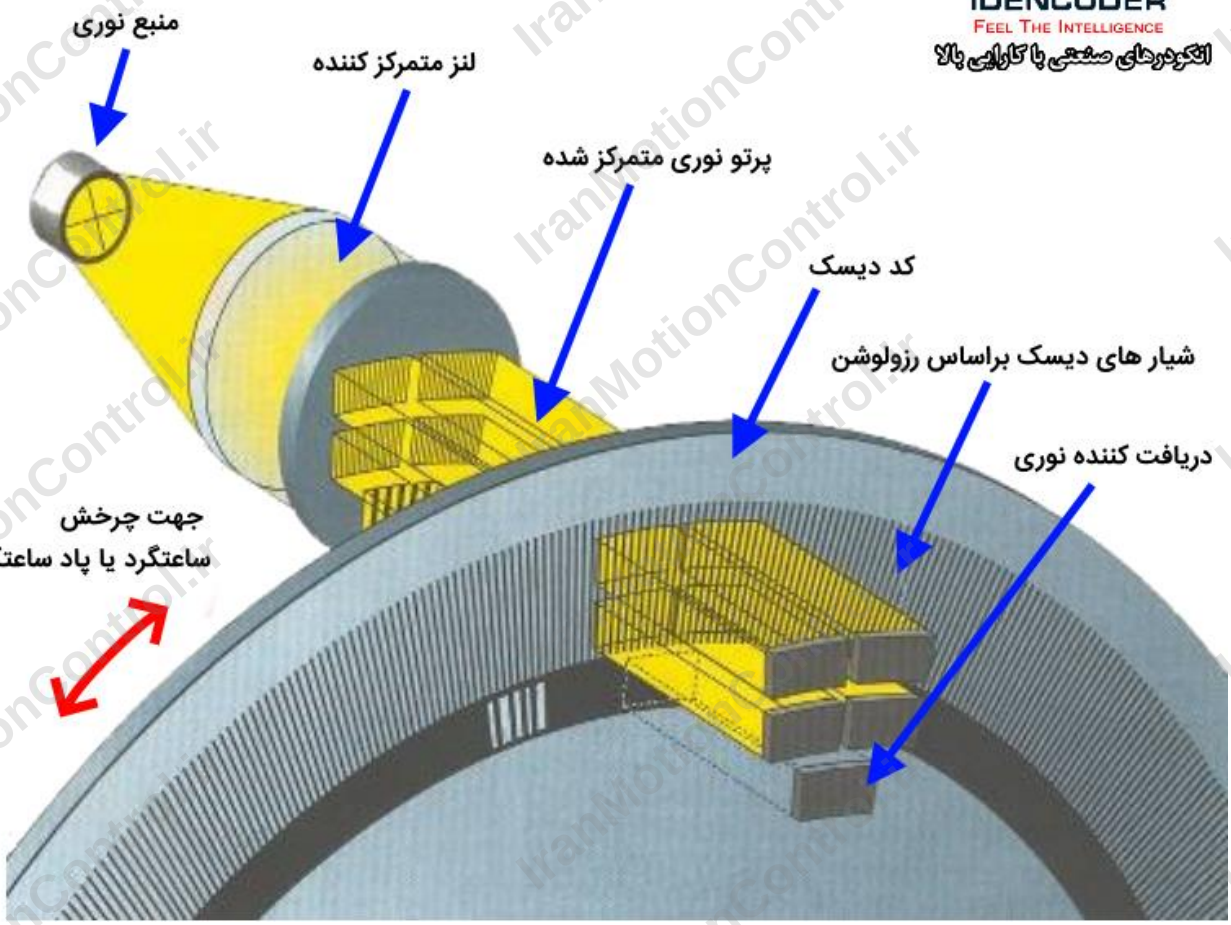
0910-6008077 021-88717498
IranMotionControl.ir Sales@IranMotionControl.ir instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

البته باید این نکته را اشاره نمود که در حال حاضر شرکت هایی در حال بررسی استفاده انکودر های مطلق در آسانسور های برج ها مسکونی می باشند که این شرکت پیشتاز ارائه مشاوره فنی و تخصصی به بزرگترین شرکت ارائه تابلو های آسانسور در ایران (شرکت آریان آسانسور) می باشد.

لذا به دلیل بالا بودن اطلاعات فنی این موضوع در مقاله ای دیگر تحت عنوان کاربرد انکودر در آسانسور کجاست و انکودر های مخصوص آسانسور چیست؟ به بررسی دقیق تری خواهیم پرداخت.

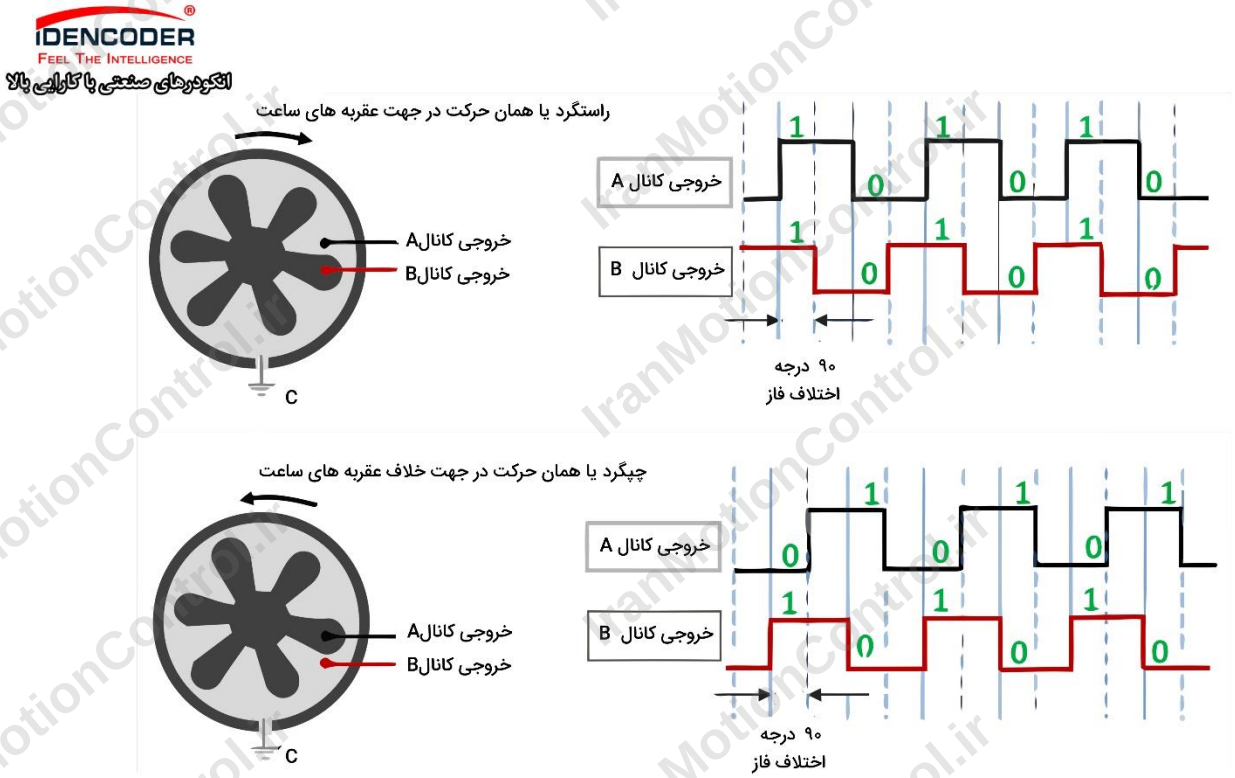
اما پیرامون بحث اصلی ما، شکل زیر قطعات و اجزای یک اینکودر نوري را نشان می دهد.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/



همانطور که در عکس بالا مشخص می باشد، اساس کار انکودرهای افزایشی نوری تولید قطار پالس مربعي یا بعضا موج سینوسي (روش ربعي یا Quadrature) در دو کانال A و B است. کانال A را با نام K1 و کانال B را با K2 نیز می شناسند. این دو کانال در انکودر های افزایشی اصلی ترین نقش را ایفا می نمایند که با هم دارای ۹۰ درجه اختلاف فاز الکتریکی و مکانیکی هستند. تعداد این پالس ها در هر دور گردش، معنای رزولوشن انکودر (Encoder Resolution) را تعیین مي کند. یعني هرچه تعداد پالس های ایجاد شده در یک دور ۳۶۰ درجه بیشتر باشد، محیط دایره به قسمت هاي کوچکتري تقسیم شده و امکان اندازه گیری حرکت هاي بسیار کوچک و دقیق تر نیز فراهم می شود. تعداد پالس های خروجی به تعداد شیار های تیره و شفاف انکودر نوری، یا تعداد قطب های N و S انکودر مغناطیسی، یا تعداد قطاع یا تقسیم بندی های موجود روی دیسک انکودر خازنی و ... بستگی دارد. در این انکودر ها با شمارش پالس هاي خروجي می توان موقعیت را تعیین نمود و همچنین تغییر جهت چرخش که موجب افزایشی یا کاهشی شدن شمارنده می شود نیز از اختلاف فاز ۹۰+ یا ۹۰- درجه بین دو کانال A و B مشخص می شود. در واقع براساس استاندارد، اگر انکودر به صورت راستگرد و جهت حرکت عقربه های ساعت (CW) در حال گردش باشد، ابتدا پالس A ظاهر می گردد و بعد از ۹۰ درجه پالس B ، ولی اگر حرکت انکودر به صورت چپگرد یا پادساعتگرد (CCW) باشد، ابتدا پالس B و بعد از آن پالس A ظاهر می گردد. لذا براساس این دستور العمل می توان روی کنترلر جهت چرخش انکودر را تشخیص داد. در شکل زیر جهت حرکت دیسک انکودر نوری و شروع پالس اندازی مشخص می باشد.

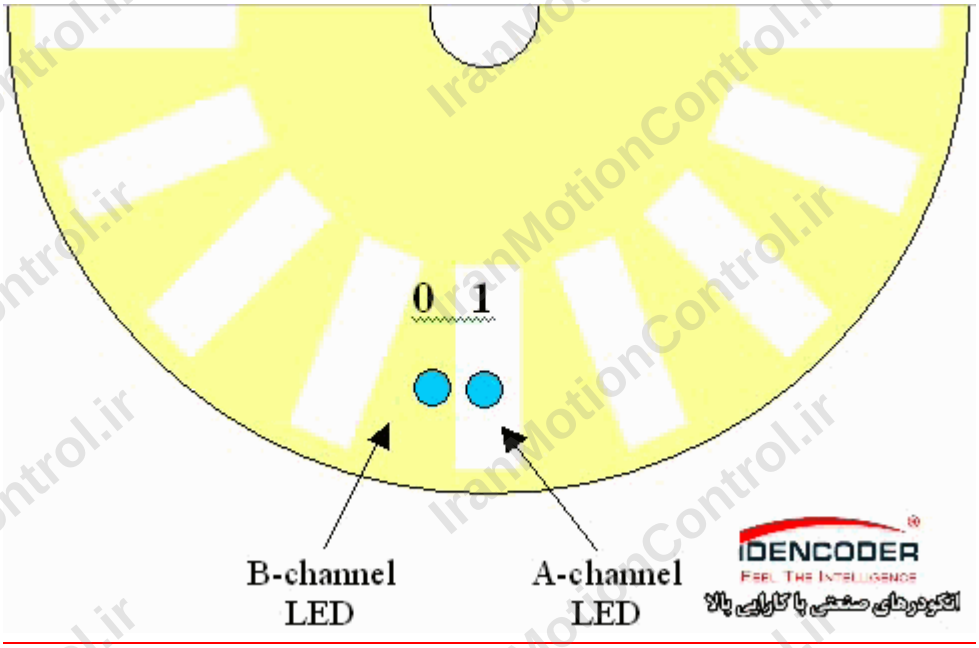
0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/



باید این مورد را توضیح داد، به دلیل استفاده بیشتر از انکودر نوری، ما توضیحات خود را براساس این مدل انکودر شرح می دهیم.

روش ایجاد اختلاف فاز بین دو کانال A و B در بخش Scanning Method به این ترتیب می باشد که برای تحقق ۹۰ درجه اختلاف فاز الکتریکی، دو سنسور که از لحاظ موقعیت نصب ، ۹۰ درجه مکانیکی با هم اختلاف فاز دارند روی بدنه انکودر نصب می شوند. این بدان معنا می باشد که اگر در حرکت دیسک انکودر افزایشی نوری ، سنسور کانال A، روبروی منبع نوری قرار گرفت، نیمی از سنسور کانال B در مقابل منبع نوری خود باشد. این به خودی خود اختلاف فاز ۹۰ درجه ای از شروع شمارش را برای انکودر محقق می سازد. این امر ما را قادر می سازد لبه ها را بشماریم و وضعیت کانال دوم را در مدت این انتقال، بررسی کنیم. با استفاده از این اطلاعات می توان محاسبه کرد که آیا A جلوتر از B است یا خیر و در نتیجه جهت چرخش را بدست آورد. در عکس متحرک زیر بدون در نظر گرفتن اجزا دیگر انکودر افزایشی، مسیر حرکت سنسور A و B بعد از گذر دیسک از جلوی پرتو نوری و ایجاد پالس های A و B را مشاهده می نمایید.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

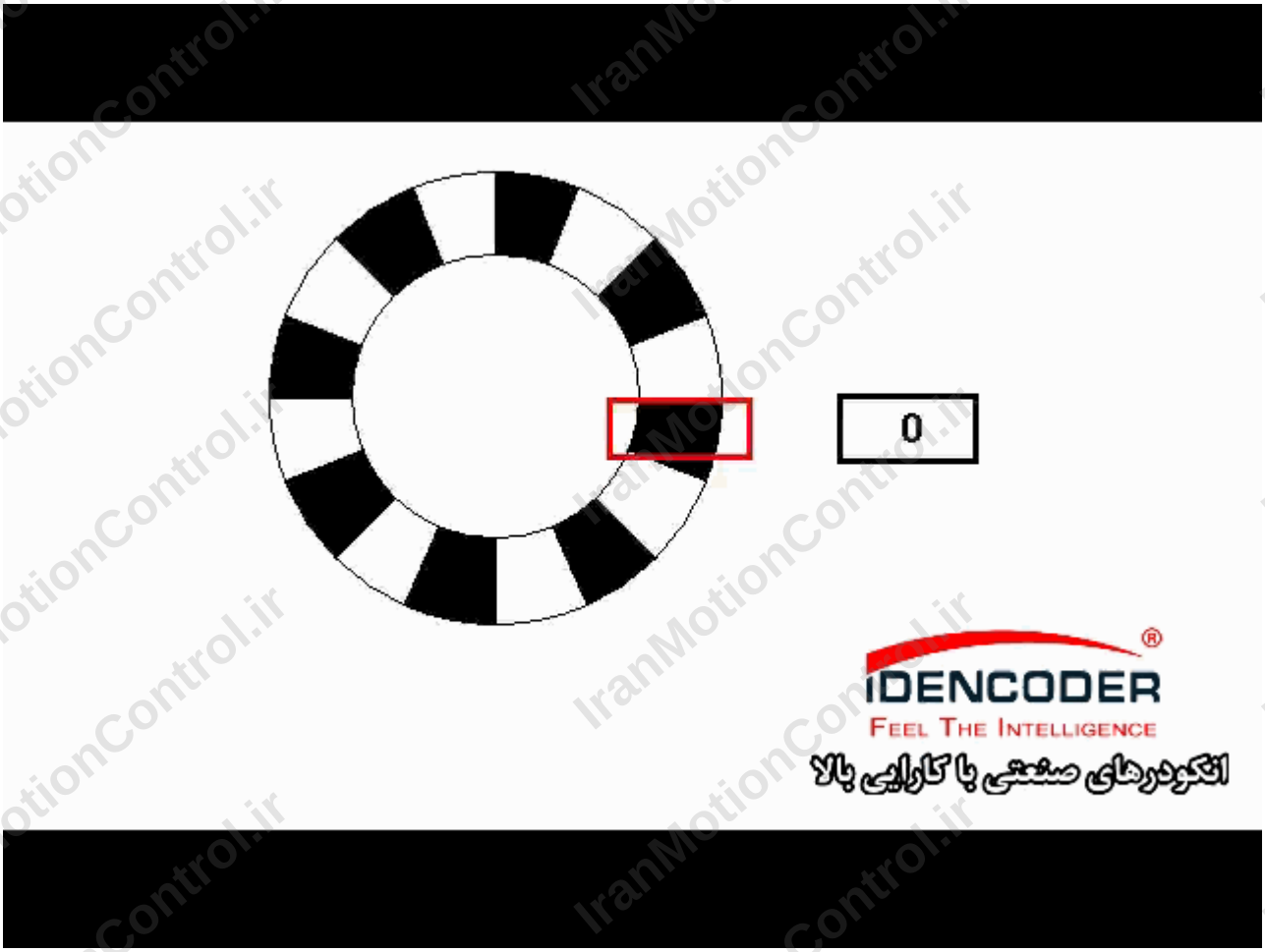


نوع ساده تر اینکودرهاي افزایشی، اینکودر دورسنج است. این نوع اینکودر ها که بعضی اوقات اینکودر افزایشی تک کدي نامیده می شوند، فقط یک خروجی داشته و قادر به تشخیص جهت نیستند. خروجی آن ها معمولا موج مربعی است. اطلاعات مربوط به سرعت با اندازه گیري زمان بین پالس ها و یا شمارش تعداد پالس ها در یک زمان معین، میسر است. وقتی زمان بین پالس ها اندازه گیري می شوند، اینکودر باید قادر به تولید دقیق لبه به لبه پالس ها باشد. هر گونه عدم دقت باعث می شود که سیستم سرویی که این نوع انکودر روی آن نصب است، دائما خطائی را اندازه گیري نماید که نتیجه عدم یکنواختی الگوي دیسک است. این از اصلی ترین معایب انکودر های تک کاناله می باشد.

اگر در فرایندی که از انکودر استفاده می شود، لرزش وجود داشته باشد، این نوع انکودر دچار نقص عملکردی می گردد. درصورتی که اینکودر تک کاناله (دورسنج) بر روي لبه از حرکت بایستد، یک خطا در شمارش روي می دهد. چنانچه لرزش باعث شود که سیستم درطول این لبه به عقب و جلو بچرخد، شمارنده آن را به عنوان یک لبه، خواهد شمرد هر چند که سیستم متوقف باشد. با استفاده از خروجی یا کانال دوم (که همان B می باشد) و اندازه گیري لبه ها و به دست آوردن رابطه آنها با وضعیت کانال مخالف، می توانیم اطلاعات دقیقی از جهت حرکت انکودر بدست آوریم.

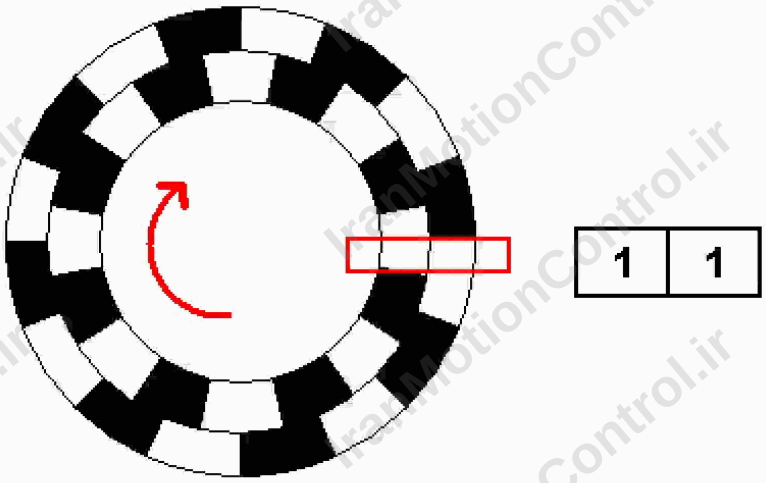
در عکس متحرک زیر، تصویر دیسک یک انکودر تک کاناله مشخص می باشد. این انکودر در هر چرخش خود بر حسب رزولوشن طراحی شده دارای یک خروجی می باشد.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/



اما در تصویر زیر حرکت دیسک دو کاناله برای هر دو کانال A و B مشخص می باشد .همانطور قابل مشاهده می باشد انکودر دو کاناله دارای ضریب اطمینان بیشتری در کارهای اتوماسیونی می باشد.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/



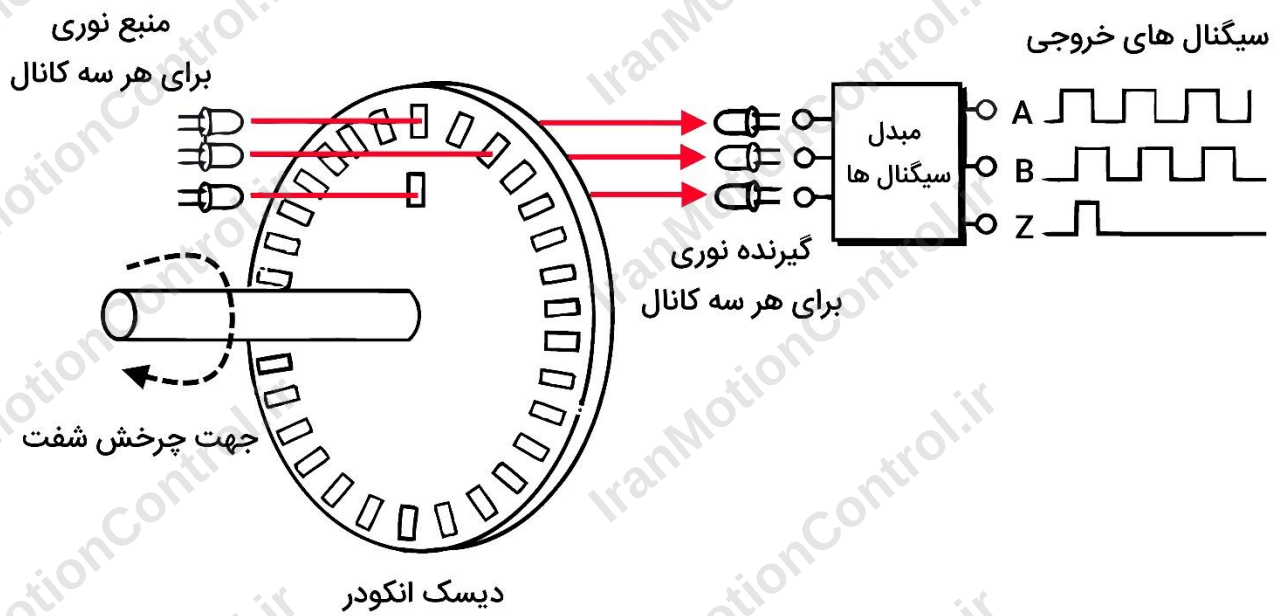
IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

پس نتیجه می گیریم جهت داشتن دقت در اندازه گیری، بهترین حالت داشتن خروجی یا همان پالس های A و B می باشد. وقتی سیگنال دوم کد گشایی شود، می توان پالسی هائی تولید نماید که مدت آنها ثابت و در لبه هاي یک سیکل اتفاق بیافتند . این پالس ها را می توان در جهت حرکت عقربه هاي ساعت و یا خلاف آن به یک شمارنده بالا-پایین شمار و یا پورت ورودي یک کنترلر برنامه ریزي شونده، اعمال نمود. بسیاري از تولید کنندگان، مداري براي آشکار سازي کانال دوم برای شمارنده و یا کامپیوتر صنعتی خود دارند .این مدار Antijitter هم نامیده می شود.

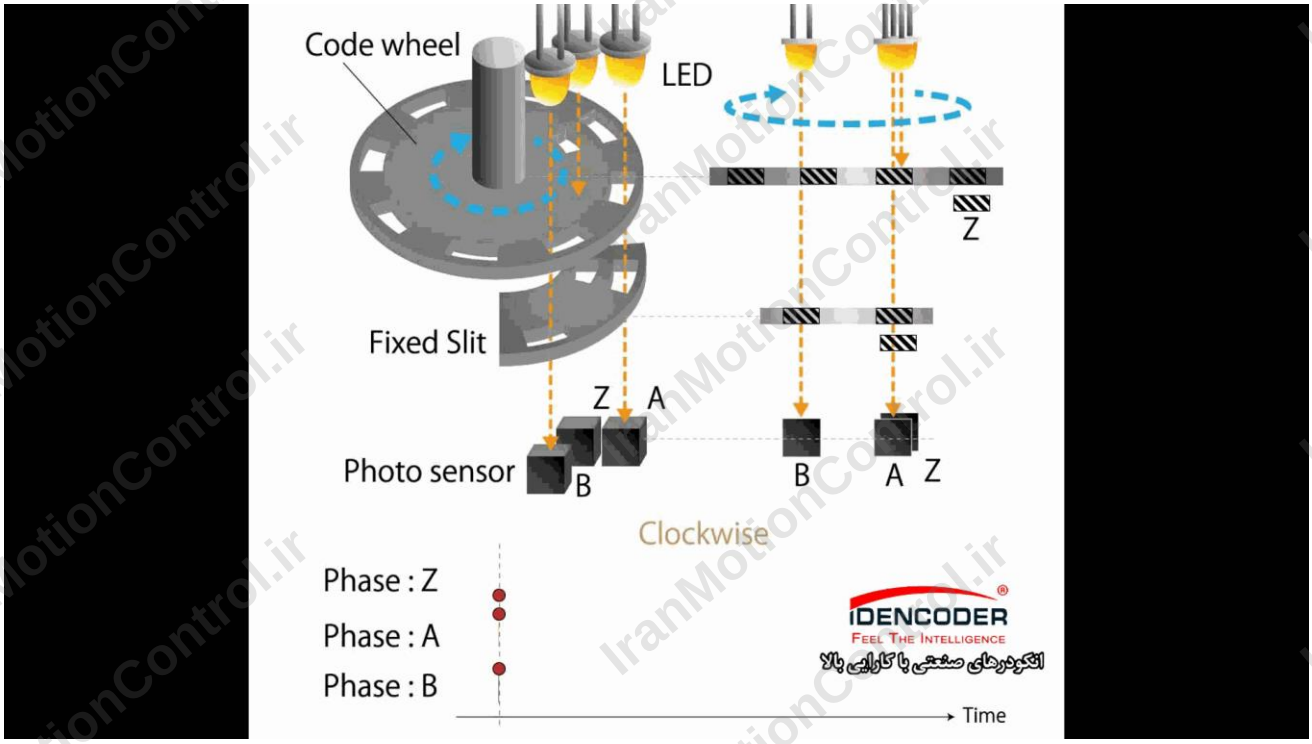
اما در انکودر های افزایشی یک کانال دیگر نیز وجود دارد که آن نیز نقش مهمی را ایفا می نماید. این کانال را با نام های Z ، C ، R و یا حتی K0 می شناسند و به عنوان کانال رفرنس وظیفه صفر نمودن شمارش را دارد. فرض بگیرید که پالس های A و B در حال محاسبه دقت سنجی حرکت و زاویه و جهت حرکت می باشند. زکامی که یک دور انکودر چرخید لازم می باشد که این اندازه گیری از سر گرفته شود. اینجاست که پالس Z معنا دار می گردد. سنسور این کانال به گونه ای در انکودر قرار دارد که بعد از چرخش یک دور انکودر، فقط یه پالس را در خروجی ظاهر می کند و به معنای اتمام شمارش و شروع به شمارش دوباره می باشد. اگر انکودر از نوع نوری باشد، سنسور کانال Z یکبار در طول چرخش از دیسک عبور می کند و یک می شود؛ در بقیه موارد صفر می باشد. عکس زیر محل قرار گیری شیار مربوط به کانال Z را بر روی دیسک انکودر نوری نمایش داده است.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا



همچنین در عکس متحرک زیر نحوه پالس اندازی و حرکت ساعتگرد هر سه کانال A ، B و Z در انکودر نوری افزایشی (Incremental Optical Encoder) قابل مشاهده می باشد.



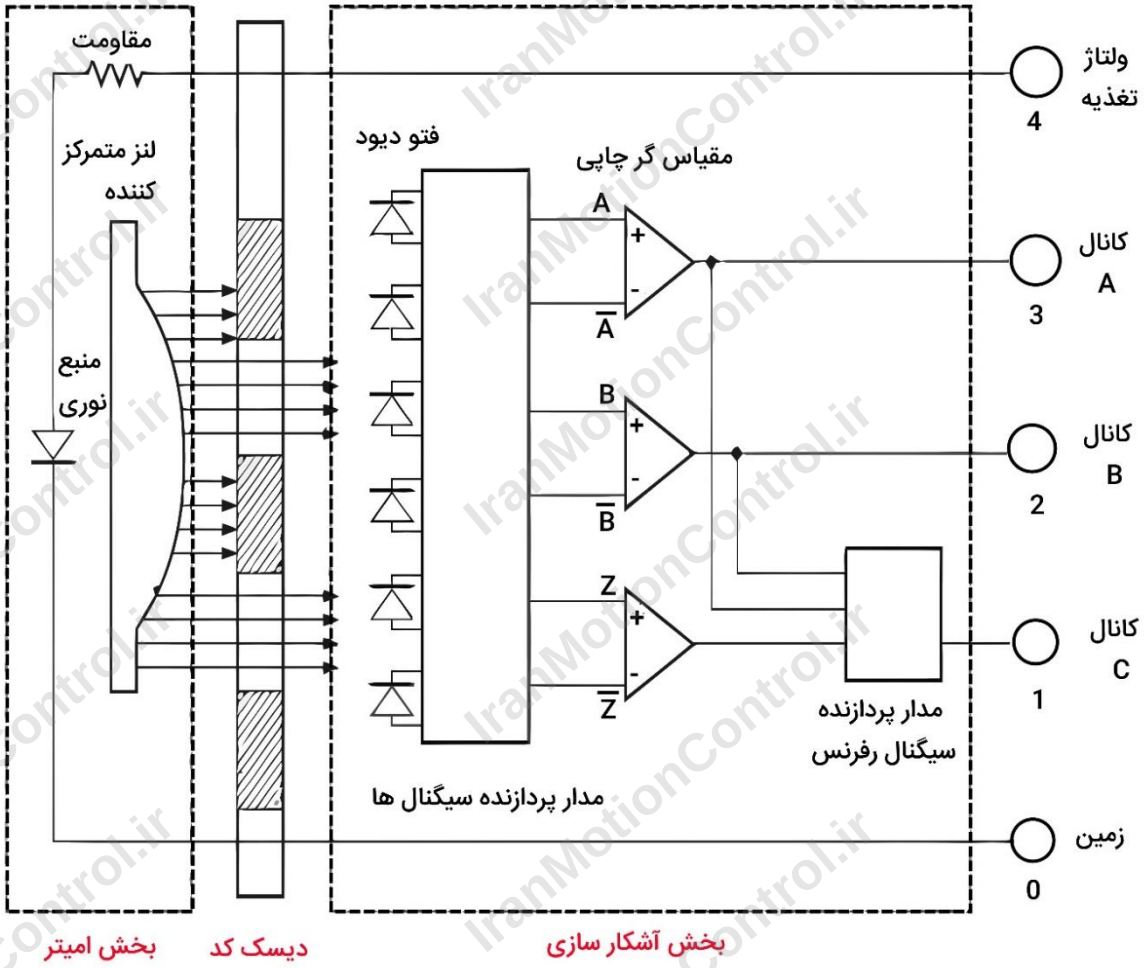
0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

در محل هایی که اینورتر و درایو های متعددی وجود دارد، به دلیل مدارات الکتریکی سلفی و خازنی، نویز های متعددی در محل وجود دارد. وجود این نویز در محیط باعث می شود بر روی ادواتی که دارای سیگنال های کنترلی ضعیف می باشند، ایجاد اختلال در عملکرد گردد و سیگنالی که باید برای کاری طراحی شده اند به کنترلر خود نرسانند. نویز های مثبت باعث افزایشی سطح ولتاژ یا حتی جریان سیگنال سنسور ها و نویز های منفی به صورت برعکس باعث کاهش سطح ولتاژ آن ها می شود. از این رو انکودر ها نیز از آنجایی که اکثرا در محیط های اتوماسیونی پر نویز استفاده می شوند دچار چنین اختلالی در عملکرد آن ها می شود. چرا که سیگنال انکودر ها در بیشتری سطح ولتاژ به ۳۰ ولت مثبت می رسد (بازه ۵ الی ۳۰ ولت) و این سطح ولتاژ مصون از نویز نمی باشد. از اینرو مهندسان به عنوان راه حل سه نوع کانال دیگر را بر روی انکودر ها قرار داده اند که این مشکل را بر طرف نموده است. سه کانال مورد نظر، معکوس هر سه کانال A ، B و Z می باشد که همراه با این به کانال شروع به پالس اندازه ولی در جهت معکوس می باشد. وضعیت کانال A وقتی B روي می دهد ، مشخص می کند که آیا B باعث شمارش بالا و یا شمارش پایین شده است. ورودی Z برای صفر کردن شمارنده در هر سیکل است. معمولا آن ها را با نام /A ، /B و /Z (نات) می شناسند. مدار خروجی این انکودر به همراه نات ها به شکل زیر می باشد.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

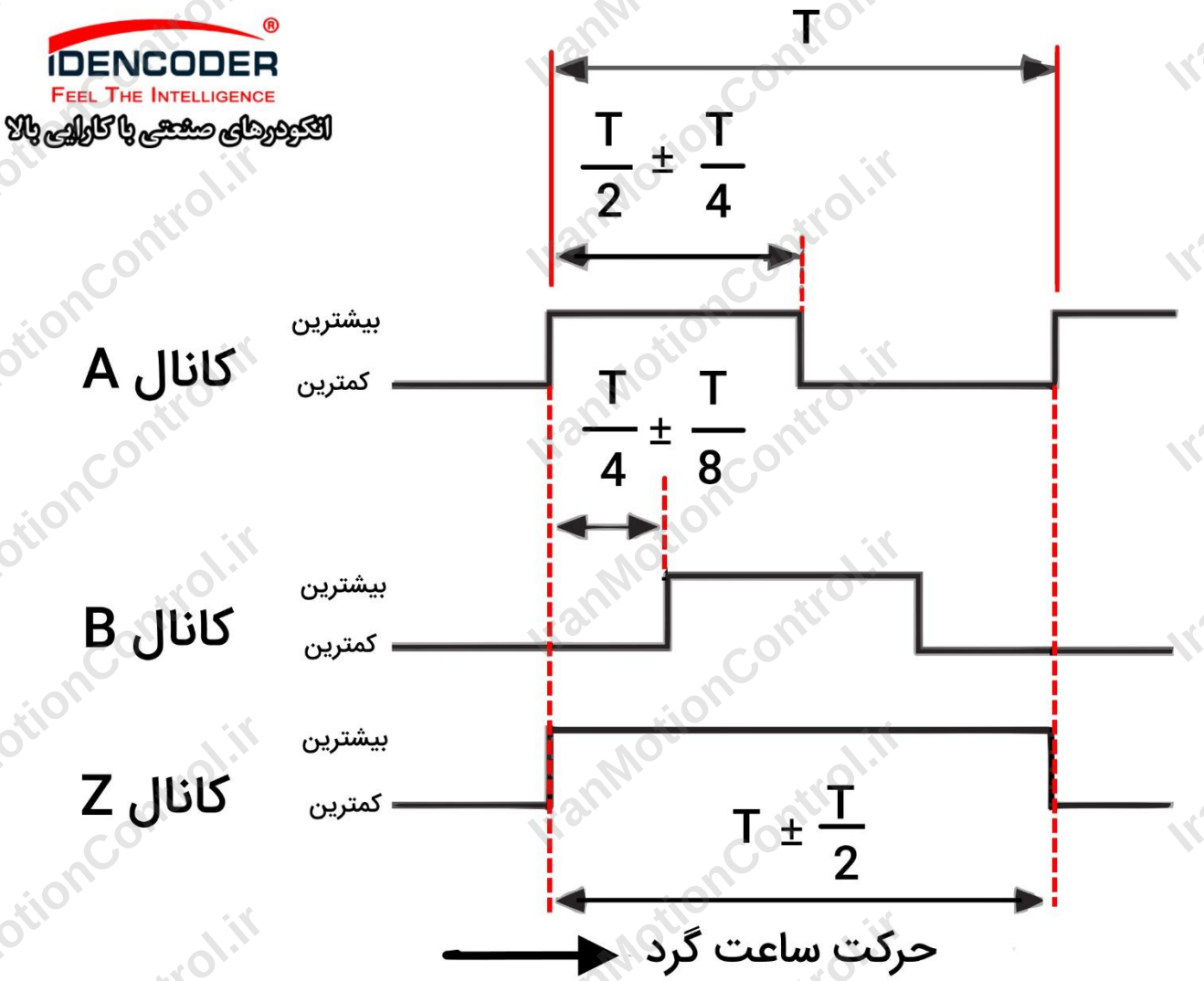
IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

بلوگ دیاگرام سیگنال های خروجی انکودر افزایشی



همانطور که در عکس مشخص می باشد، هر کانال بعد از آشکار سازی مدار معکوس کننده نات (NOT) بر سر راه خود دارد که معکوس آن نیز به همراه سیگنال در خروجی ظاهر می گردد.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

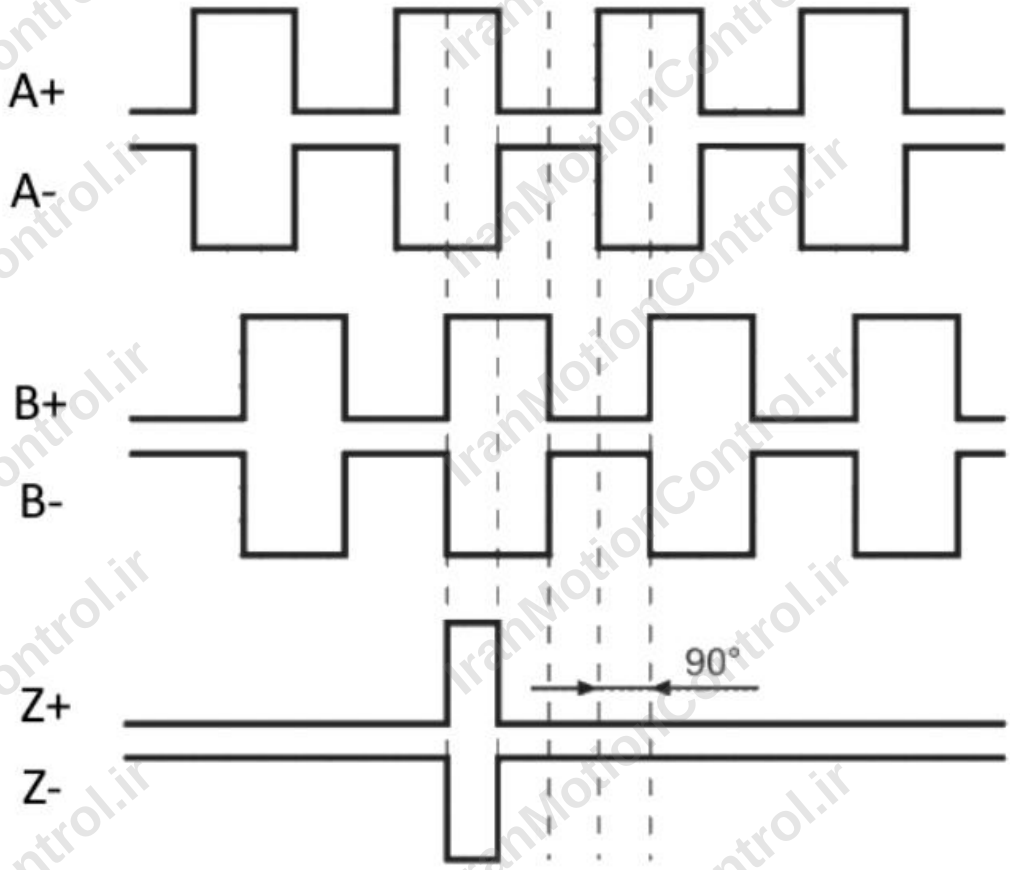


لذا بعد از پردازش های مورد نیاز بر روی انکودر سیگنال های خروجی به شکل زیر می باشد:

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

IDENCODER
FEEL THE INTELLIGENCE
انکودرهای صنعتی با کارایی بالا

سیگنال های خروجی انکودر افزایشی



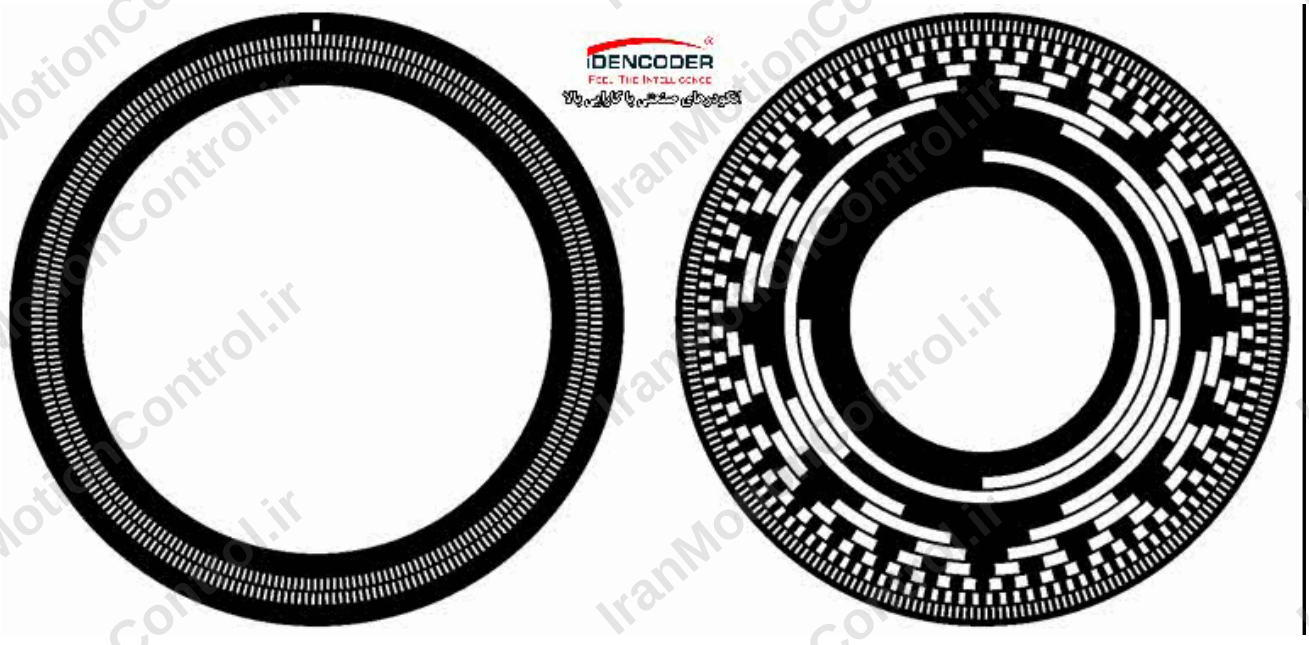
مطالب ارائه شده توسط تولید کننده را قبل از اتصال هر اینکودر نوري باید دقیقا مطالعه نمایید. هر انکودری حتما باید دارای یک منبع تغذیه مناسب جهت روشن شدن ترانزیستور ها و یک اتصال قوی برای زمین (شیلدر) خود داشته باشد. خروجی هاي اینکودرها معمولا کلکتور باز (HTL) هستند . صفر منطقی مساوي با اتصال به زمین و یک برابر مدار باز است. البته ما در مقاله منطق و سطح ولتاژ انکودر های افزایشی تمامی مدارات و پروتکل های انکودر ها را به تفصیل توضیح داده ایم.

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

۱. تفاوت بین انکودر افزایشی (Incremental Encoder) و انکودر مطلق (Absolute Encoder) در چیست؟

انکودرهای افزایشی به این معنا می باشند که تا زمانی که انکدر در حال حرکت است در خروجی پالس و سیگنال داریم و برای اندازه گیری سرعت و موقعیت باید در کنترلر تعداد این پالس ها شمارش شود، ولی اگر کنترلر بازنشانی شود (تغذیه آن قطع شده و دوباره روشن شود) موقعیت قبلی انکودر را فراموش شده و از ابتدا شمارنده تعداد پالس انکودر را شروع به شمردن می نماید. لذا انکودر های افزایشی نمی‌توانند موقعیت قبلی و واقعی خود را به طور ذاتی داخل خود نگه دارند. این یکی از اصلی ترین معایب انکدر های افزایشی می باشد که این امر باعث ارزان قیمت بودن این مدل از انکودر ها شده است. اما در مقابل انکودرهای مطلق به این معناست که در هر نقطه و موقعیت که باشند سیگنالی که در خروجی برای کنترلر ارسال می‌کند بیانگر همان مکان می باشد، در واقع انکودرهای مطلق یک تعداد عدد یونیک برای هر زاویه از انکودر دارند که با قرار گیری در آن نقطه پالس و کد آن در خروجی ظاهر می‌شود. این انکودر ها نسبت به انکودرهای افزایشی گرانتر بوده و پس از هربار بازنشانی کنترلر، موقعیت شفت انکودر فراموش نمی شود.

در شکل زیر مقایسه دیسک انکودر مطلق با انکودر افزایشی ترسیم شده است. همانطور که از شکل مشخص می باشد، هر دو انکودر دارای رزولوشن یکسان می باشند. هر دو انکودر دارای ۱۰۲۴ قطاع می باشند با این تفاوت که ضریب اطمینان در انکودر مطلق بیشتر از انکودر افزایشی می باشد.

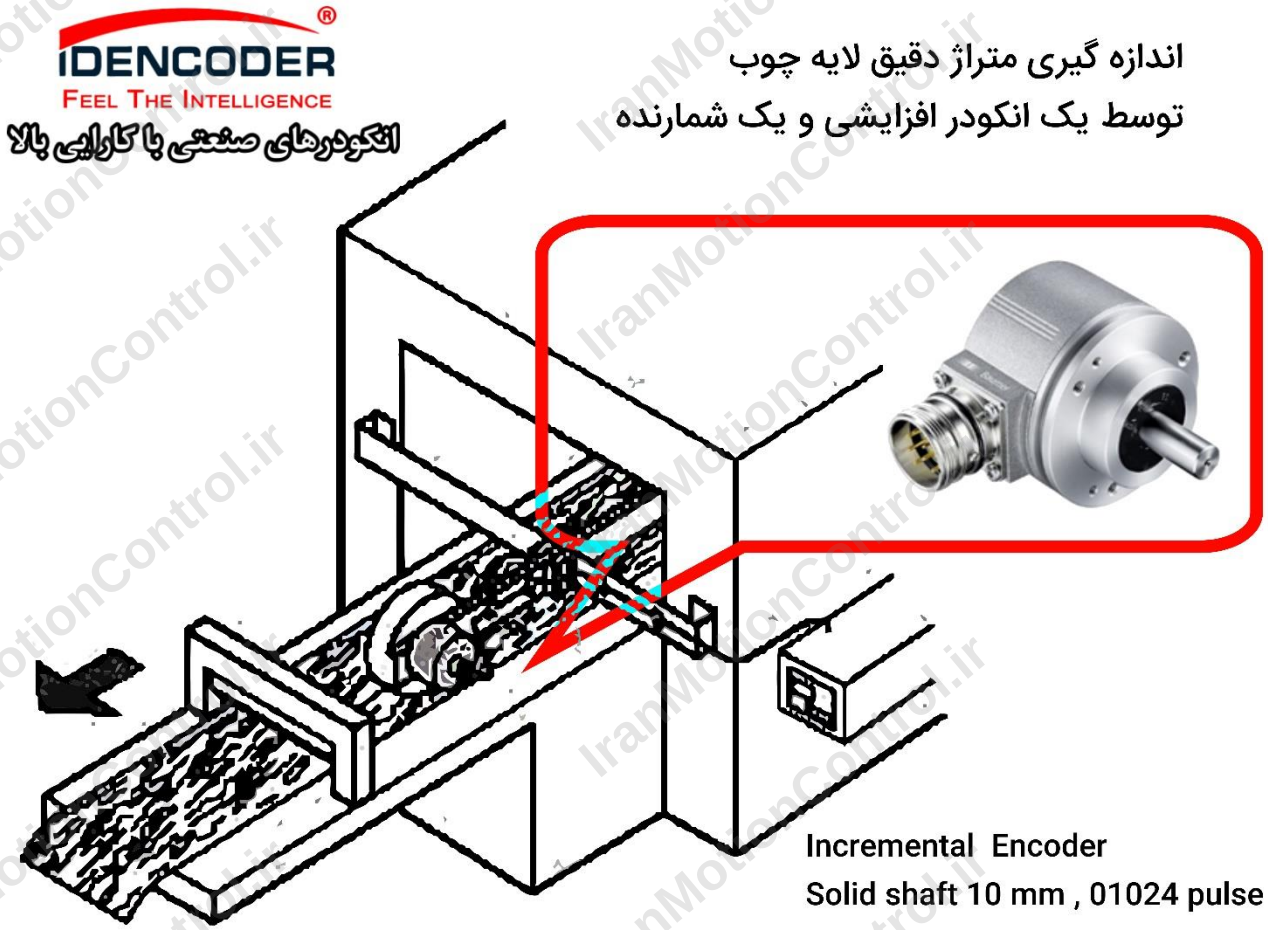


0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/

۲. کاربرد انکودر های افزایشی در صنعت

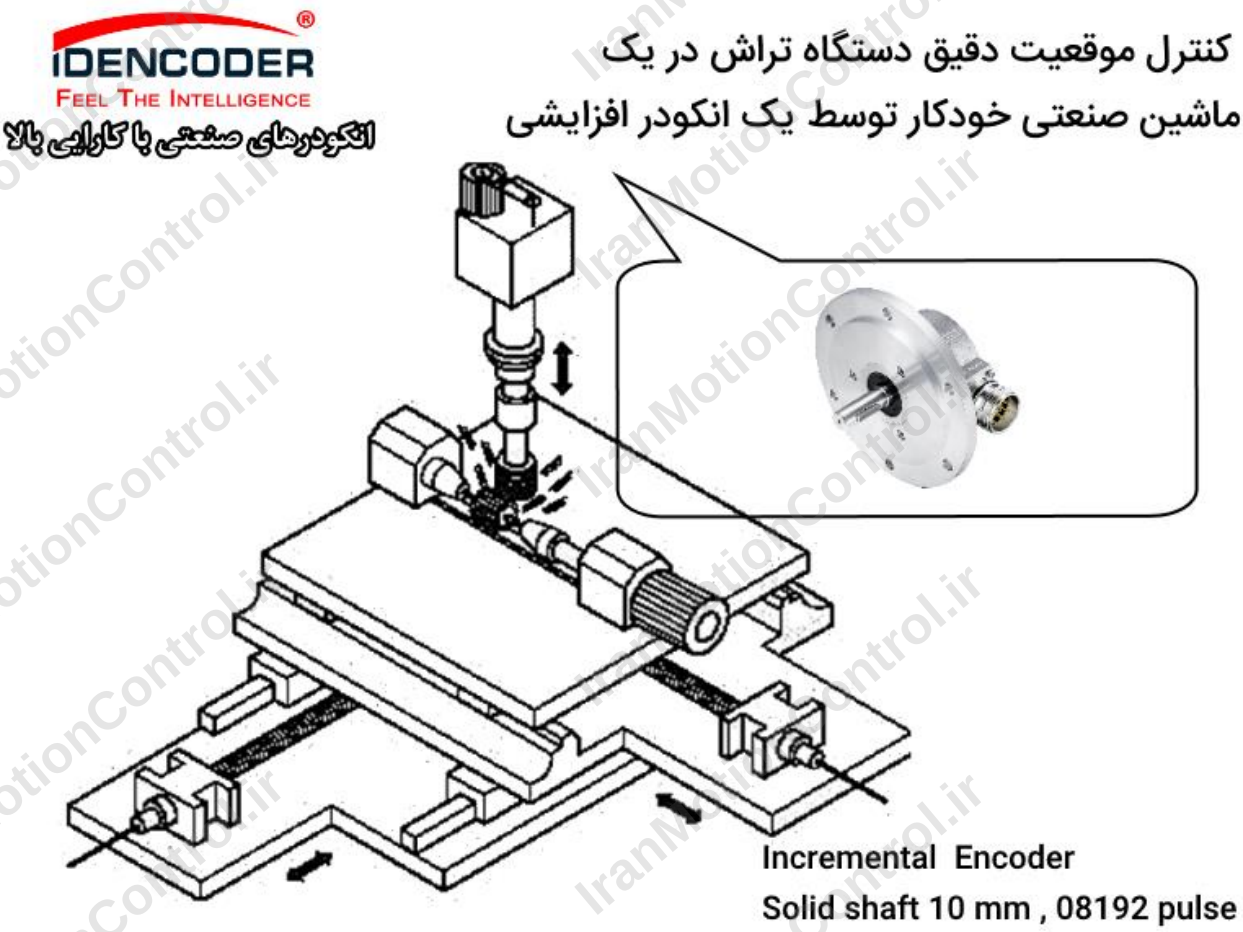
در تصاویر زیر محل استفاده از انکودر های افزایشی به تصویر کشیده شده است. در هر کدام مشخصات فنی انکودر ها نیز توضیح داده شده است.

اندازه گیری متراژ دقیق لایه چوب توسط یک انکودر افزایشی و یک شمارنده



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

0910-6008077 021-88717498
IranMotionControl.ir Sales@IranMotionControl.ir instagram.com/iranmotioncontrol.ir/



۳. کلام آخر

در انتها امیدواریم که از مقاله بالا اطلاعات لازم را کسب نموده باشید. لازم به ذکر است در حال حاضر انکودر های بیشماری طراحی و ساخته می شود. این شرکت قابلیت معادل سازی و ارائه تمامی انکودر ها به شما مشتریان عزیز را دارا می باشد. در صورت لزوم از تماس با ما دریغ نفرمایید.

نویسنده و گردآورنده :

مهندس پدرام

0910-6008077
021-88717498
IranMotionControl.ir
Sales@IranMotionControl.ir
instagram.com/iranmotioncontrol.ir/