نـام کتـــاب : اساس ابزاردقیق

ترجمه و تنظیم : حمید ربانی

حروفچین : راهله اژگـان

نـــاشـــــر : آموزش و بهسازی نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایـران

(آموزش فنی وتخصصی)

نـوبت چاپ : اوّل

تاریخ انتشار : پائیز ۱۳۸۳

چـــاپ از : چاپخانه شرکت ملّی گاز ایران

حق چـاپ بـرای نـاشر محفوظ است .

## ۱– هدف از آموزش

هدف از این واحد آموزش ، آشناکردن کارآموزان با اساس ابزار دقیق است . کاملا" باید درک شود که موضوع ابزار دقیق ، مطالب وسیعی را می پوشاند و غیرممکن است تکنیک های ابزار دقیق در این مدت کوتاه ، آموزش داده شود . اما می تواند به هر اپراتور کارآموز ، یک دید یا شناخت، نسبت به تجهیزات و کنترل هایی که او مسئول آنها خواهد بود ، بدهد .

اگر اپراتور ، مفاهیم اساسی تجهیزات خود را درک کند ، می داند که چگونه از آنها مراقبت کند . اپراتوری که سایت خود را بشناسد ، درک می کند و از ابزار دقیق ، مواظبت می کند .

یک اپراتور خوب ، معمولا" می تواند ناحیه ایکه یک مشکل ابزار دقیقی در آن رخ داده را شناسایی کند یا حتی علائم یک مشکل در شرف وقوع را تشخیص دهد . او قادر است اساس ابزار دقیق را همانند دانش خوب سایت ، درک کند بطوریکه باعث شود او یک اپراتور خوب موفق گردد .

او همچنین تلاش خواهد کرد که ارتباطات کاری مناسب و رفتار خوب بین مشاغل مختلف را توسعه دهد . برای مثال : اگر مشکلی در سایت است که یک تکنسین ابزار دقیق برای تشخیص آن فراخوانده می شود ، اپراتور خوبیکه تجهیزات را می شناسد ، قادر خواهد بود ، اطلاعات مفیدی را که به حل مشکل کمک می کند ، در اختیار تکنسین ابزار دقیق بگذارد و بنابراین برای هر تعمیری که باید انجام گیرد ، زمان کمتری سپری می شود .

## ۲– مقدمه

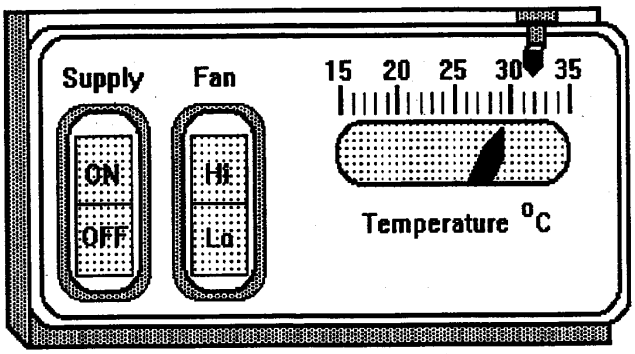
اولین احساسی که ما از یک سایت پروسس ( در خشکی یا در دریا ) داریم ، مجموعه ای از مخازن بزرگ ، لوله های ارتباطی و ماشین آلات پرسر و صدا و غیره است . اگر با دقت بیشتری بررسی کنیم ، خواهیم دید که تقریبا" روی همه مخازن و ماشین آلات ، یا نزدیک آنها وسایلی نصب شده اند . این وسایل ، ابزارهای دقیق یا ابزاردقیق نامیده می شوند . اگرچه این تجهیزات در مقایسه با سایت و ماشین آلات مربوطه ، کوچک هستند ، اما همین تجهیزات ابزار دقیق ، وظیفه کنترل و نظارت بر سایت جهت اطمینان از تولید محصول با کیفیت خوب ، ایمنی و بازدهی را دارند .

ابزاردقیق اندازه گیری و کنترل پروسه ، قسمت ضروری هر صنعتی است . آنها در هر صنعتی استفاده می شوند ، از کارخانجات غذایی تا ساخت هواپیماها . توسعه در تجهیزات اندازه گیری و کنترل پروسه با بهبود کیفیت یا کمیت محصولات در جامعه امروزه ایجاد شده است .

ابزار دقیق ، همچنین به کنترل محیط و تصحیح مسائل آلودگی ، همانگونه که قبلا" اتفاق افتاده ، کمک می کند .

کامپیوترهای متصل به تجهیزات کنترل و اندازه گیری ، دلیل اصلی مسافرت انسان به ماه می باشد .

به دلیل پیشرفت سریع در علم و تکنولوژی در سالهای اخیر ، ما اغلب تجهیزات ابزار دقیقی که نقش مهمی در زندگی روزانه ما بازی می کنند را فراموش می کنیم . کاربرد ابزار دقیق در ماهواره و تجهیزات نصب شده روی زمین ، آب و هوا و اطلاعات مهم جهانی را برای ما فراهم می کند . خانه ها و آپارتمان های زیادی به ترموستات مجهز هستند که آن دمای اتاقشان را کنترل می کند و راحتی را برایشان فراهم می کند .



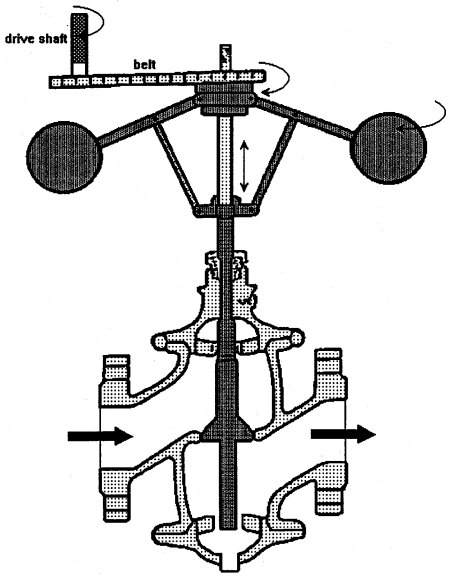

شکل ۲-۱- ترموستات خانگی

پانلهای ابزاردقیقی ماشین ، می تواند طوری مجهز شود که منبع وسیعی از اطلاعات مهم را به راننده بدهد . برای مثال ، ماشین ها ، تجهیزات ابزاردقیقی دارند که می تواند سرعت وسیله ، سرعت موتور ، نرخ شارژ باطری ، سطح سوخت و دمای موتور را اندازه گیری کند .

موقع آشپزی ، ابزاردقیق ، دمای غذا را کنترل می کند . بعنوان یک اندازه گیری ایمن ، ابزاردقیق می تواند روشنایی در قسمتهای مختلف یک خانه یا ساختمانهای دیگر را کنترل کند . اکنون ماشین حسابهای دستی در خانه ها و دفاتر کار ، عادی هستند . فهرست ابزاردقیق می تواند ادامه یابد اما آن ایده ای به ما در مورد اینکه کجا ابزاردقیق استفاده می شود ، می دهد . در اینجا باید توجه شود که قوانین پایه ابزاردقیق و کنترل ، تغییری نمی کنند . قوانین یکسانند اما کاربرد می تواند در تولید غذا ، صنایع پتروشیمی یا هواپیماسازی باشد . توسعه در اندازه گیری و کنترل ، به پیشرفت هم در صنعت و هم در علم کمک می کند .

تکنولوژی ابزاردقیق پروسه ، به رشد در کاربرد و پیچیدگی ادامه می دهد . در سال ۱۷۷۴ ، جیمزوات ، اولین سیستم کنترل را با اعمال تکنیک های فیدبک در شکل یک گاورنر توپ پرنده ( فلای بال ) برای کنترل سرعت

موتور بخارش بکار برد. ده سال بعد ، مردی بنام الیور ایوانز از تکنیک های کنترل جهت اتوماسیون یک آسیاب در فیلادلفیای آمریکا استفاده کرد .




شکل ۲ـ۲ـ گاورنر فلای بال

ابزاردقیق پروسس ، در ابتدا به کندی پیشرفت کرد زیرا تعداد صنایع پروسس کم بود . با رشد این صنایع در شروع قرن بیستم ، ابزاردقیق پروسسی نیز رشد کرد . اما فقط تجهیزات ابزاردقیق مربوط به اتصال مستقیم با پروسس تا اواخر دهه ۱۹۳۰ در دسترس بودند . در دهه ۱۹۴۰ ، سیستمهای نیوماتیکی ، شبکه های پیچیده ای ایجاد کردند و اتاقهای کنترل مرکزی بوجود آمدند . ابزاردقیق الکترونیکی در دهه ۱۹۵۰ ایجاد شد و به سرعت رشد پیدا کرد . در طول بیست سال گذشته ، تکنیک های کامپیوتری دیجیتال ، کار پروسه های پیچیده بیشتری را توسعه داده است . اما روند کنونی نشان می دهد که سایت های پروسه ای جدید از سیستمهای دیجیتال، بیشتر از سیستمهای آنالوگ استفاده خواهد کرد .

## ۳– نیاز به ابزار دقیق

وظیفه ابزاردقیق ، اندازه گیری و کنترل شرایط در حالتی است که سایت یا پروسه در حال کار می باشد . اندازه گیری شرایط به دلایلی ضروری است ، بعضی از این شرایط عبارتند از :

- فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز اپراتور جهت کار سایت برای دقیقه به دقیقه که بداند چه اتفاقی می افتد .
- فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز مدیر سایت که پلنت چگونه کار می کند و چه کاری برای توسعه بهبود آن باید انجام داد .
- فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز در هنگامیکه اتفاقی رخ دهد که چرا اتفاق رخ داده و چه باید کرد .
- تشخیص حالتیکه ممکن است منجر به خطر شود چه برای پلنت و چه برای کارکنان آن . اپراتور می تواند بطور دستی یا اتوماتیک مطلع شود .
- بعضی از شرایط در پلنت باید بطور اتوماتیک کنترل شوند . برای این منظور ، ابتدا باید شرایط ، اندازه گیری شوند سپس به مقدار موردنظر کنترل شوند .

کنترل شرایط به دلایلی ضروری است . بعضی از این شرایط عبارتند از :

- ✓ با تعداد قابل قبول اپراتور ، پلنت کار کند .
- ✓ اطمینان از مخازن و ... که بطور اتوماتیک خالی نشوند ، سرریز نشوند یا فشارشان از حد معین تجاوز نکند .
- ✓ اطمینان از عملکرد درست راکتورها و تولید محصول مناسب با حداقل آلودگی .
- ✓ اطمینان از اینکه محصولات با مشخصات خواسته شده تولید می شوند و خوب تصفیه می گردند .
- ✓ انجام مراحل مختلف یک پروسه گروهی بطور اتوماتیک .

## ۴– جنبه های اقتصادی ابزار دقیق

خرابی یک وسیله ابزاردقیق همیشه قابل مشاهده نیست و ممکن است اطلاعات غلط آن بعنوان اطلاعات درست تلقی شود . این باعث می شود پلنت نادرست ، بدون بازدهی یا حتی خطرناک کار کند و باعث هزینه مالی زیادی شود . به این دلیل ، لازم است تجهیزات اندازه گیری بطور منظم بررسی گردند تا از صحت نمایش آنها مطمئن شویم .

خراب شدن یک وسیله ابزاردقیق ، همیشه یک بدبختی نیست . پلنت ها ، اغلب بخاطر خرابی یک وسیله ابزاردقیق S/ D ( Shut Down ) نمی دهند . وسایل ابزاردقیق برای نگهداری ایمن و توقف اتوماتیک پلنت ، از اطمینان بالایی برخوردارند . در صورتیکه وسیله ابزاردقیقی به اشتباه باعث توقف پلنت گردد ، این اشتباه خیلی هزینه بر می شود . بدترین حالت زمانی است که لازم است پلنت متوقف گردد ولی ابزاردقیق ، به اشتباه ، پلنت را متوقف نکند . مراقبت شدید ، اغلب در طراحی این سیستمهای مهم در نظر گرفته می شود ، به همین دلیل خیلی گران هستند .

تست های روتین اغلب انجام می شود . این تستها باید با دقت و مواظبت صورت گیرد تاتجهیزات سرویس خوبی را ارائه دهند . هزینه ابزاردقیق در یک پلنت براساس بزرگی و پیچیدگی پلنت تغییر می کند . این هزینه ، تقریبا" بین ۵ تا ۱۵ درصد کل هزینه پلنت است . برای مثال پلنتی که ۱۰/۰۰۰/۰۰۰ دلار ارزش دارد ، بین ۵۰۰/۰۰۰ تا ۱/۵۰۰/۰۰۰ دلار ارزش ابزاردقیق آن است .

## ۵– ابزاردقیق صنعتی

علم ابزاردقیق ، تکنولوژی استفاده از ابزاردقیق برای اندازه گیری و کنترل خواص فیزیکی و شیمیایی مواد است . اصطلاح " ابزاردقیق پروسه " به ابزاردقیق استفاده شده در اندازه گیری و کنترل کارخانه ، پروسه های تبدیل یا تصفیه برمی گردد . یک سیستم کنترل ، از تجهیزات ابزاردقیق

اندازه گیری و کنترل تشکیل می شود تا قابلیت عمل اتوماتیک از دور را داشته باشد . پروسه حاصل ، یک " پروسه کنترل " شده نامیده می شود .

## ۵–۱– متغیرهای اندازه گیری شده (Measured) و دستی (Manipulated)

ابزاردقیق ، همیشه نمی تواند بطور مستقیم خواص یک ماده پروسه را کنترل و اندازه گیری کند . متغیرهایی نظیر دما ، فشار ، سطح ، فلو ، چگالی و غیره اغلب بر پروسه اثر می گذارند . متغیریکه باید اندازه گیری یا کنترل شود ، متغیر اندازه گیری یا کنترل شده نامیده می شود . متغیریکه استفاده می شود تا بر اندازه متغیر اندازه گیری شده اثر بگذارد ، متغیر دستی نامیده می شود . برای مثال ، اگر آب استفاده می شود تا دمای یک ماده پروسس را کنترل کند ، دمای ماده پروسس ، متغیر اندازه گیری شده و دما و مقدار آب ، متغیرهای دستی هستند .

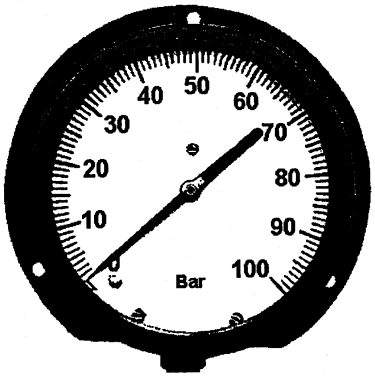
یک سیستم کنترل می تواند بیش از یک متغیر اندازه گیری شده داشته باشد . برای مثال ، ممکن است مهم باشد که فشار ، سطح و دما نگه داشته شوند . اغلب نرخ جریان یک ماده به دما ، چگالی یا ویزکوزیته ماده بستگی دارد . نفت برای مثال ، در دماهای بالاتر ، سریع تر جاری می شود . اگر آب بعنوان ماده سردکننده در یک پروسه استفاده شود ، آب خنک کننده مهم تر از پروسه واقعی است .

اکنون دیده می شود که یک سیستم کنترل بیشتر از اندازه گیری و کنترل به مشخصات فیزیکی و شیمیایی ماده پروسس نیاز دارد . شرایط مختلفی که در پروسه درگیر شده اند ، باید اندازه گیری و کنترل شوند . این اطلاعات باید بطور پیوسته در دسترس باشد و اجرای واحدهای کنترل ، لحظه به لحظه مانیتور شود . تجهیزات ابزاردقیق می تواند یا بطور مستقیم روی وسایل ابزاردقیق نمایشگر مشاهده شود یا بطور دائم روی پارت ها ثبت شوند که بستگی به طبیعت کاربرد پروسه دارد . وسایل کنترل از طریق دیدن یا سیگنالهای آلارم صوتی ، نظارت می شوند .

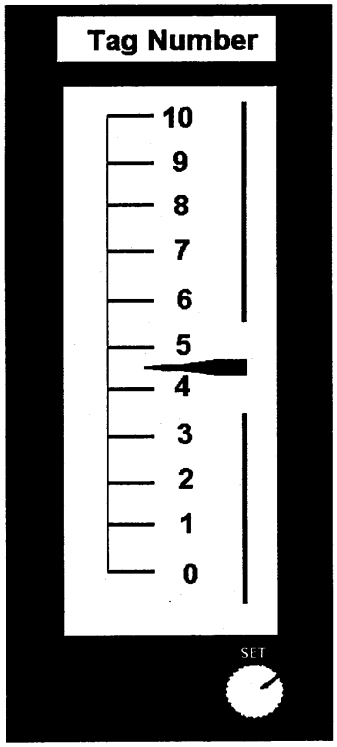
## ۶- تجهیزات ابزاردقیق نمایشگر

تجهیزات ابزاردقیق نمایشگر ، معمولاً صفحات مدرجی از واحدهای متغیر اندازه گیری شده دارند . برای مثال نمایشگری که باید سطح را نشان دهد ، به واحدهای متر ، سانتی متر ، میلیمتر و غیره مدرج می شود . شکل و اندازه درجه بندی ها خیلی بستگی به کاربرد مشخص دارد . در بعضی کاربردها ، درجه بندی ممکن است خطی باشد . شکل درجه بندی هرگونه باشد ، وسیله ابزاردقیقی باید قادر باشد اندازهٔ متغیر اندازه گیری شده را مطابق مشخصات سازنده ، با دقت نمایش دهد .

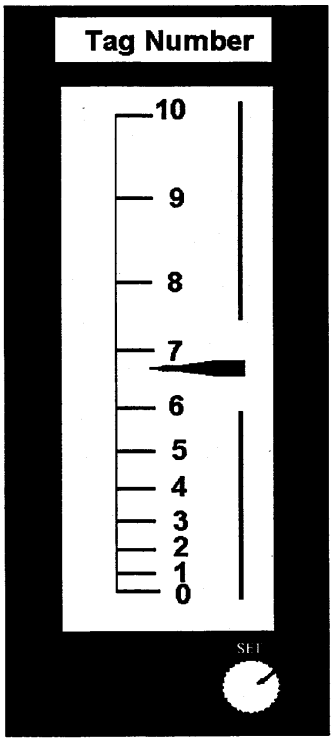
عموماً درجه بندی طوری ساخته می شود که متغیر اندازه گیری شده با تخمین موقعیت عقربه بین دو تقسیم بندی مشخص ، خوانده شود اما همه درجه بندیها خطی نیستند ، مانند نمایشگرهای جذری . موقع خواندن این درجه بندیهای غیرخطی ، باید دقت زیادی بشود .




شکل ۱-۶- درجه بندی دایره ای




شکل ۲-۶- درجه بندی خطی




شکل ۳-۶- درجه بندی جذری

## ۶-۱- خطای دید

برای اینکه بهترین نتیجه از تجهیزات اندازه گیری گرفته شود ، خیلی مهم است که درجه بندیها با حداکثر دقت خوانده شوند . خطایی که تحت عنوان " اثردید " شناخته می شود ، هنگامی ایجاد می شود که بین صفحه مدرج و اشاره گر ، فضایی باشد و قرائت از مکانی بجز دید مستقیم در راستای اشاره گر به صفحه مدرج ، انجام شود .

## ۶-۲- اندازه گیری دیجیتال

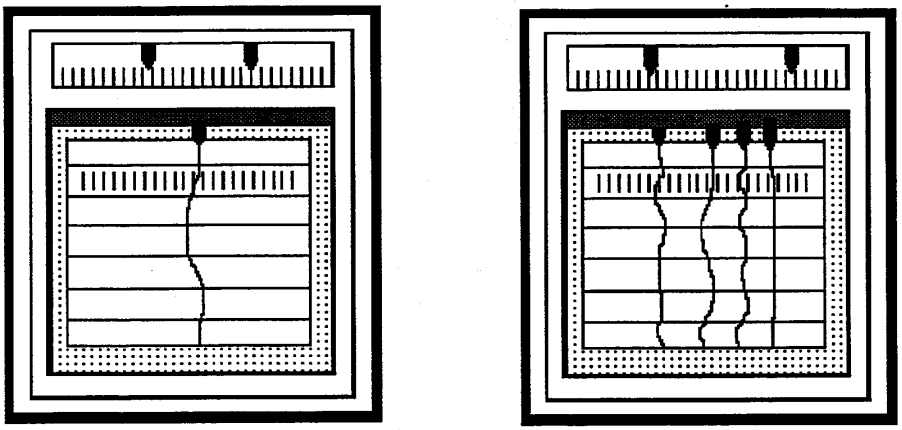
امروزه اندازه گیرهای پانل های دیجیتال ، روی بوردهای پانـل بـه دلیـل دقت شان ( فاقد خطای دید ) ، سرعت پاسخ و آسـانی قرائـت آنهـا ، تـرجیح داده می شوند .

## V.D.U. –۶–۳

سیستمهای کنترل کامپیوتری ، نوع دیگری از نمایـشگر بـه نـام V.D.U. ( Visual Display Unit ) را در صـنایع بکـار گرفتـه انـد . مانیتورهـای کامپیوتر قادر به نمایش هر تابعی از سیستم مطابق آنچه برنامه ریزی شده باشند ، هستند . بنابراین با سیستمهای کنترل پروسه کامپیوتری شده مدرن، اپراتور می تواند هر متغیر پروسه پلنـت را روی صـفحه نمایـشگر مـانیتور مشاهده کند .

## ۴–۶– ثبات ها ( رکوردها ) و مانیتورها

انواع مختلف ثبات های پیوسته موجودند که می توانند مکانیکی ، برقی یا ترکیبی از هر دوی آنها باشند . اغلب دو مجموعه واحد روی ثبات های وجود دارد . یک مجموعه ، نمایشگر اندازه متغیر اندازه گیری شده است و مجموعه دیگر زمان را نمایش می دهد . این سبب می شود که تغییرات یک متغیر اندازه گیری شده در یک دوره زمانی ، بررسی گردد . بعضی ثبات ها



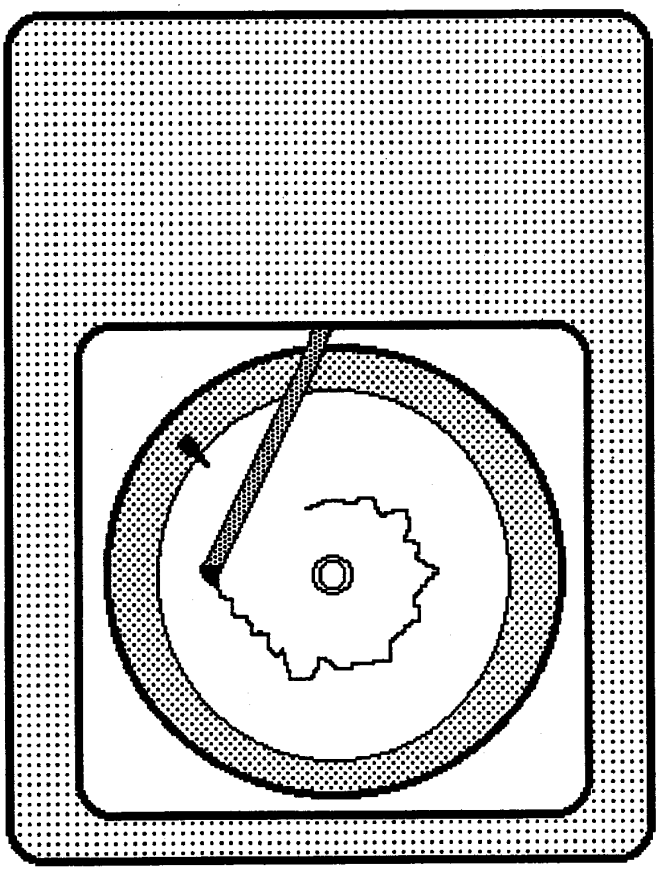
تنها ، مقدار اندازه گیری شده یک متغیر را ثبت می کنند و بقیه ثبات ها ، می توانند چندین متغیر اندازه گیری شده را ثبت کنند . به تجهیزات ابزاردقیقی که تنها یک متغیر را ثبت می کنند ، ثبات های " تک نقطه ای " گفته می شود .

شکل ۴-۶- ثبات های تک نقطه ای و چند نقطه ای

اثر روی چارت این رکوردها اغلب بصورت یک خط پیوسته است . تجهیزات ابزاردقیقی که چند متغیر اندازه گیری شده را ثبت می کنند ثبات های " چند نقطه ای " می گویند . این ثبات ها چندین خط پیوسته برای ثبت متغیرهای اندازه گیری شده دارند . اگر چندین متغیر در حال ثبت باشند ، ثبات از یک چرخ چاپ کد شده ، برای چاپ اندازه متغیر اندازه گیری شده استفاده می کند.

رکوردهای مکانیکی ، معمولا" خطوط پیوسته رسم می کنند . یک اتصال مکانیکی ، قلم را جابابی می کند و یک ساعت مکانیکی با فنر چرخشی ، چارت را می چرخاند .

در رکوردهای ترکیبی مکانیکی / برقی ، یک ساعت برقی ، چارت را می چرخاند . خطوط پیوسته توسط یک قلم پرشده با جوهر روی کاغذ چارت یا یک نقطه حرارتی روی کاغذ حساس به گرما رسم می شود .



شکل ۵-۶- رکورد با چارت دوار

## ۵-۶- بوردهای پانل

خیلی از ثبات ها یا نمایشگرها می توانند مستقیماً روی تجهیزات پلنت یا در نزدیکی نقطه اندازه گیری و کنترل ، نصب شوند . به این نوع نصب ، " نصب محلی " گفته می شود . این ابزارهای دقیق ، همچنین می توانند در بوردهای پانل متمرکز شده در اتاقهای کنترل قرار گیرند . براین اساس ، سه نوع بورد پانل وجود دارند ؛ گرافیکی ، نیمه گرافیکی و بدون گرافیک . سیستم گرافیکی ، شامل یک نمایشگر میمیک از کل پروسه سیستم است. ابزارهای دقیق ثبات و نمایشگر روی پانل در ارتباط با پروسه ای که اندازه گیری یا کنترل می کنند ، نصب می شوند .

پانل های نیمه گرافیکی شامل یک نمایشگر میمیک مینیاتوری روی پانل ها هستند . ابزارهای دقیق روی قسمت گرافیکی با شماره کد ، مشخص می شوند .

در پانل های فاقد گرافیک ، ابزارهای دقیق نمایشگر و کنترلر ، روی بورد پانل نصب می شوند و موقعیتشان در سیستم ، توسط برچسب هایی زیر دستگاه ، نشان داده می شود . این سیستمها می توانند از یک وسیله یا وسایل نمایشگر نظیر چاپگرهای دیجیتال ، مانیتورهای ویدئویی یا کامپیوتر استفاده کنند .