

فصل اول

معرفی سیستم‌های کنترل عددی

با توجه به آن‌که در قرن حاضر وجود کامپیوتر قابلیت پیشرفت انسان را افزایش داده است، در نتیجه بکارگیری آن در فرآیندهای طراحی و تولید یکی از مهمترین پیشرفت‌های بشر در عصر جدید تلقی می‌شود که جنبه‌های مختلف این کاربرد و تاثیر فراوان آن در وضعیت کنونی بر هیچ‌کس پوشیده نیست. عرضه‌ی کالاهای متنوع و تنوع در تولید محصولات و همچنین رقابت در دستیابی به بازار، سرعت تولید و ارزانی کالا و کنترل کیفیت نیازی است که یک کنترل‌کننده و تولیدکننده را وادار به دستیابی به تکنولوژی برتر و سیستم‌های تولیدی مناسب با این تکنولوژی می‌کند.

سیستم‌های کنترل عددی (NC) Numerical Control

در این سیستم‌ها فرمان‌دهی توسط یک سری حروف، اعداد و علائم رمزبندی شده که برای واحد کنترل قابل درک و فهم است، انجام می‌پذیرد. در حقیقت کنترل عددی را می‌توان بصورت یک نوع اتوماسیون با برنامه‌ریزی تعریف نمود که در آن فرایند توسط اعداد، حروف و سنبل‌ها کنترل می‌شود. اعداد، حروف و علائم که بطور منطقی برای هدایت یک ماشین خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد، **برنامه** نامیده می‌شود. کدهای رمزبندی شده (برنامه) بر روی کارت‌ها، نوارهای سوراخ‌دار، نوار یا دیسک مغناطیسی تهیه می‌شوند.

کنترل عددی کامپیوتری (CNC) Computer Numerical Control

کنترل عددی کامپیوتری (CNC) یک سیستم (NC) مبتنی بر استفاده از کامپیوتر بعنوان واحد کنترل است. در کنترل عددی کامپیوتری بدلیل استفاده از کامپیوتر، سرعت پردازش اطلاعات بالاست و برخلاف ماشین‌های (NC) که برنامه را خط به خط می‌خواند، قادر است تمام خطوط برنامه را بخواند، چک کند و سپس اجرا نماید.

مزایای ماشین‌های CNC

- سرعت بالا و کاهش زمان ماشینکاری
- دقت و کیفیت بالای قطعات
- توانایی ساخت قطعات پیچیده
- انعطاف‌پذیری بالا در تعویض یا ارتقای تولید
- استفاده بهینه از نیروی انسانی
- کاهش زمان اندازه‌گیری و کنترل
- افزایش سرعت مونتاژ کاری قطعات
- امکان دستیابی به دقت‌های مورد نیاز و قابلیت تکرار تولرانس‌ها
- امکان شبیه‌سازی و تست نمودن برنامه قبل از اجرای آن
- امکان کنترل از راه دور ماشین و متصل شدن به سیستم‌های^۱ FMS, CAD/CAM, CIMS

CAD (Computer Aided Design)

CAM (Computer Aided Manufacturing)

CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)

FMS (Flexible Manufacturing System)

۱. طراحی به کمک کامپیوتر

ساخت به کمک کامپیوتر

سیستم‌های تولید یکپارچه کامپیوتری

سیستم تولید انعطاف‌پذیر

معایب ماشین‌های (CNC)

- سرمایه‌ی بالا برای خرید و راه‌اندازی
- نیاز به آموزش اولیه در زمینه‌ی برنامه‌نویسی و اپراتوری
- تعمیر و نگهداری پیچیده و گران‌قیمت

عملیات اجرایی ماشین‌های (CNC)

عملیات اجرایی CNC عملیاتی هستند که معمولاً انجام آن‌ها توسط NC غیرممکن و یا بسیار مشکل خواهد بود و لذا فقط ماشین‌های CNC قادر به انجام این عملیات می‌باشند که به چند مورد اشاره می‌شود:

- خواندن برنامه
- تست نمودن برنامه
- اصلاح برنامه و جبران خطا
- جبران شعاع ابزار
- کیفیت بهتر برنامه‌نویسی

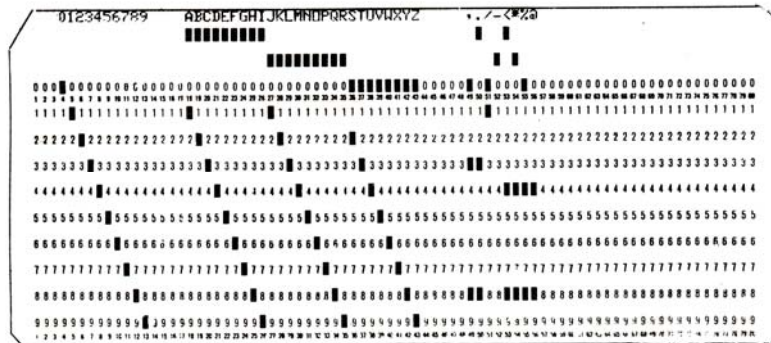
* **تذکر:** در ماشین‌های CNC امکان انتقال برنامه مستقیماً از کامپیوتر مرکزی DNC (Direct Numerical Control) وجود دارد و امکان نصب ربات بر روی این ماشین‌ها فراهم است، لذا CNC در سیستم‌های FMS و CIMS مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کلمه مثال ۱: در کدامیک از سیستم‌های کنترلی زیر از دیسک مغناطیسی یا نوار پانچ شده استفاده می‌شود؟

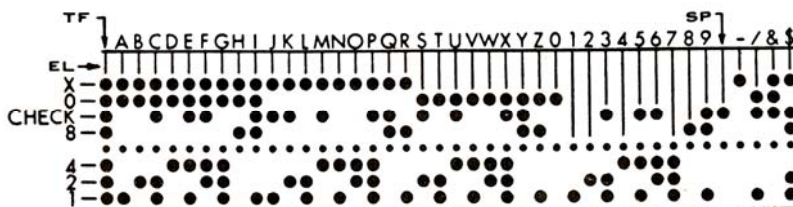
- (۱) هیدرولیکی (۲) کنترل عددی (۳) پنوماتیکی (۴) الکتریکی

پاسخ: گزینه «۲» ماشین N.C برای ساخت یک قطعه احتیاج به برنامه‌ی کار و ابزارهای مورد لزوم دارد. برای این منظور ابتدا قطعه‌ی مورد نظر طرح و نقشه‌ی فنی آن ترسیم شده و تمام مشخصات کمی و کیفی نظیر ابعاد و تولرانس قسمت‌های مختلف در اختیار برنامه‌نویس قرار داده می‌شود. همزمان با اینکار متصدی تهیه‌ی ابزار نیز ابزارهای لازم را تهیه کرده، فرمی از مشخصات ابزار و امکانات کاری آنها نظیر سرعت برش و مقدار بار مجاز را به برنامه‌نویس تحویل می‌نماید.

برنامه‌نویس با توجه به اطلاعاتی که از طراح و ابزارمند اخذ نموده و با در نظر گرفتن مشخصات و تواناییهای کاری ماشین مورد نظر، مراحل انجام کار را روی فرمهای مخصوص برنامه‌نویسی بصورت شماره‌ها و گدهای رمزی ثبت می‌نماید. این برنامه توسط کارتهای سوراخدار، نوار مغناطیسی یا دیسک مغناطیسی یا نوار سوراخدار که قابل درک برای ماشین است تهیه می‌شود. بعبارت دیگر برنامه را به زبان ماشین ترجمه می‌کنند. در میان حاملهای اطلاعات که نام برده شد نوار سوراخدار بهتر و عملی‌تر است.



«کارت سوراخدار»



«یک قطعه از نوار سوراخدار»

کلمه مثال ۲: طراحی به کمک کامپیوتر چه نام دارد؟

- (۱) CAM (۲) CAD (۳) CAD/CAM (۴) FMS

پاسخ: گزینه «۲» طراحی به کمک کامپیوتر CAD: Computer Aided Design نام دارد.

کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد مزایای ماشین‌های CNC صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) دقت و کیفیت بالا (۲) توانایی ساخت قطعات پیچیده (۳) افزایش زمان ماشینکاری (۴) افزایش سرعت مونتاژکاری
- پاسخ: گزینه «۳» از مزایای ماشین‌های CNC می‌توان به سرعت بالا و کاهش زمان ماشینکاری قطعات اشاره نمود.

مثال ۴: نوار سوراخدار پس از قرار گرفتن روی ماشین‌های تراش برنامه‌ریزی عددی:

- (۱) مراحل اجرای کار را با توجه به نقشه‌های موجود ضبط می‌کند.
 (۲) اطلاعات لازم را به قسمت‌های خواننده اطلاعات می‌رساند.
 (۳) اطلاعات لازم را که برای آماده‌سازی ابزار ذخیره شده ارائه می‌کند.
 (۴) به منظور بهینه‌سازی و جلوگیری از خطای اپراتوری دستگاه به کار می‌رود.

پاسخ: گزینه «۲» برنامه‌های تهیه شده بر روی نوار سوراخدار در ماشین‌های برنامه‌ریزی عددی توسط نوارخوانهای نوری (پنوماتیکی یا مکانیکی) خوانده شده و به واحد کنترل ارسال می‌شوند؛ واحد کنترل روی اطلاعات ورودی کار کرده، برنامه را رمزگشایی و تفسیر می‌کند و آن را به زبان ماشین تبدیل می‌نماید. سپس آن را در حافظه ذخیره نموده و محاسبات لازم را انجام می‌دهد و در نهایت خروجی را به شکل اطلاعات مسیر، تکنولوژی و کمکی به سیگنال‌های کنترلی (اطلاعات قطع و وصل) تبدیل و سپس آن‌ها را تقویت کرده و به محرک‌ها (موتورها) ارسال می‌دارد.

مثال ۵: ردیف کدامیک از مسیرهای فرمان اتوماتیک زیر مرتب است؟

- (۱) عضو متحرک → عضو علامت‌دهنده → عضو فرمان‌گیرنده → عضو فرمان‌دهنده
 (۲) عضو فرمان‌گیرنده → عضو فرمان‌دهنده → عضو علامت‌دهنده → عضو متحرک
 (۳) عضو متحرک → عضو فرمان‌گیرنده → عضو فرمان‌دهنده → عضو علامت‌دهنده
 (۴) عضو فرمان‌دهنده → عضو فرمان‌گیرنده → عضو متحرک → عضو فرمان‌دهنده

پاسخ: گزینه «۳» مسیر فرمان اتوماتیک یک سیستم خودکار به صورت زیر می‌باشد:

(عضو متحرک → عضو فرمان‌گیرنده → عضو فرمان‌دهنده → عضو علامت‌دهنده)

سیستم‌های تولیدی و جایگاه ماشین‌های کنترل عددی

تقسیم‌بندی سیستم‌های تولیدی بصورت زیر می‌باشد:

(۱) مراکز تولید تکی یا کارگاهی (Job Shop Production)

در این گونه مراکز تعداد قطعات تولیدی کم و تنوع آنها بسیار زیاد است، لذا در این مراکز نیاز به ماشین‌آلات اونیورسال و اپراتورهای ماهر احساس می‌شود.

(۲) مراکز تولید دسته‌ای یا نیمه‌انبوه (Batch Production)

این گونه مراکز دارای تیراژهای متوسط در تولید قطعات می‌باشند.

(۳) مراکز تولید انبوه (Mass Production)

این گونه مراکز دارای تیراژهای تولید بالایی هستند و در چنین مراکزی ماشین‌های خاص و اپراتورهای ساده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نتیجه: کاربرد CNC در تولید قطعات تکی و دسته‌ای با عملیات متنوع، پیچیده و دقت بالا می‌باشد.

مثال ۶: در مواردی که تعداد قطعات تولید کم و تنوع آنها بالاست، کدامیک از سیستم‌های تولیدی زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

- (۱) Job Shop Production (۲) Batch Production
 (۳) Mass Production (۴) Continuous Production

پاسخ: گزینه «۱» در مراکز تولید تکی (کارگاهی) تعداد قطعات تولیدی کم و تنوع محصولات بالا است.



تست‌های طبقه‌بندی شده فصل اول

- کجه ۱- استفاده از ماشین‌های NC و CNC وقتی اقتصادی خواهد بود که:**
- (۱) تولید انبوه باشد و قطعات پیچیده نباشند.
 (۲) حجم تولید زیاد بوده ولی قطعات متوسط باشند.
 (۳) تولید تکی قطعات پیچیده در تناوب زمانی طولانی لازم باشد.
 (۴) حجم تولید زیاد بوده ولی تنوع و پیچیدگی قطعات کم باشد.
- (سراسری ۷۱) و (آزاد ۸۴)
- کجه ۲- ماشین‌های کنترل عددی از نظر اقتصادی بیشتر برای تولید کدام محصولات بکار می‌روند؟**
- (۱) تولید هر نوع محصول با این نوع ماشین‌ها اقتصادی است و محدودیتی ندارد.
 (۲) دارای شکل پیچیده هستند و تعداد آن‌ها از 10000 عدد بیشتر است و دقت در آن‌ها یک فاکتور اساسی است.
 (۳) غالباً به آن‌ها نیاز است. تعداد آن‌ها در هر مرتبه تولید کمتر یا مساوی 50 عدد است. دارای دقت بالا و شکل هندسی پیچیده هستند.
 (۴) تعداد آن‌ها بیش از 50 عدد است و دارای شکل هندسی ساده هستند. بعضی اوقات مورد استفاده قرار می‌گیرند و دارای تولرانس بالا می‌باشند.
- (سراسری ۷۴)
- کجه ۳- تفاوت اصلی بین ماشین‌های NC و CNC در چیست؟**
- (۱) در ماشین‌های NC از سخت‌افزارهای کنترل‌کننده استفاده می‌شود و از کامپیوتر به صورت Off line استفاده می‌گردد. در صورتی که در ماشین‌های CNC بجای سخت‌افزارهای کنترل‌کننده از کامپیوتر استفاده می‌شود.
 (۲) در ماشین‌های NC از کامپیوتر استفاده نمی‌شود ولی در ماشین‌های CNC از کامپیوتر استفاده می‌شود.
 (۳) در ماشین‌های NC از سخت‌افزارهای کنترل‌کننده استفاده می‌شود در صورتی که بجای آن در ماشین‌های CNC از کامپیوتر استفاده می‌شود.
 (۴) در ماشین‌های NC کامپیوتر از بدنه ماشین جدا است ولی در ماشین‌های CNC کامپیوتر جزء بدنه ماشین است.
- (سراسری ۷۵)
- کجه ۴- مراحل لازم جهت آماده‌سازی قطعه در ماشین‌های NC کدامند؟**
- (۱) پانچ - برنامه‌نویسی - طراحی - بهینه‌سازی - ماشینکاری - تولید قطعه
 (۲) بهینه‌سازی - طراحی - برنامه‌نویسی - پانچ - ماشینکاری - تولید قطعه
 (۳) طراحی - بهینه‌سازی - برنامه‌نویسی - پانچ - ماشینکاری - تولید قطعه
 (۴) بهینه‌سازی - طراحی - پانچ - برنامه‌نویسی - ماشینکاری - تولید قطعه
- (آزاد ۸۱)
- کجه ۵- سیستم‌های CAD/CAM کدامیک از موارد زیر را لحاظ می‌کند؟**
- (۱) نیازهای محصولات نهایی و مدیریت
 (۲) نیازهای فنی و مدیریت
 (۳) نیازهای سیستم بازرگانی، نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
 (۴) کلیه گزینه‌ها
- (آزاد ۸۱)
- کجه ۶- CNC جزء کدامیک از اتوماسیون‌ها می‌باشد؟**
- (۱) انعطاف‌پذیر
 (۲) ثابت
 (۳) قابل برنامه‌ریزی
 (۴) CIM
- (آزاد ۸۴)

پاسخنامه تست‌های طبقه‌بندی شده فصل اول

۱- گزینه «۳» هر چه پیچیدگی هندسی قطعات زیاد و تعداد قطعات تولیدی محدود (تولید تکی و دسته‌ای قطعات) و دفعات تقاضا زیاد باشد، از ماشین‌های CNC استفاده می‌شود.

۲- گزینه «۳» از نظر اقتصادی بیشترین کاربرد دستگاه‌های CNC در تولید قطعات تکی یا دسته‌ای با عملیات متنوع، پیچیده و دقت بالا می‌باشد.

۳- گزینه «۳» با توجه به آن که پیدایش ماشین‌های CNC پس از پیدایش کامپیوترهای شخصی بوده است و ماشین‌های CNC توسط کامپیوتر (سخت‌افزارهای پیشرفته و میکروپروسسور و نرم‌افزار) کنترل می‌شوند، در صورتی که ماشین‌های NC توسط سخت‌افزاری که شامل مدارات، رله‌ها، اتصالات سیمرو و... می‌باشد، کنترل می‌شود. همچنین تفاوت اساسی بین ماشین‌های NC و CNC در اجزای تشکیل دهنده‌ی کنترلر آن‌ها می‌باشد.

۴- گزینه «۳»

کنترل عددی (Numerical Control) عبارت است از استفاده از کدهای رمزبندی شده اعداد، حروف و علائم که قابل فهم برای واحد کنترل است و پس از رمزگشایی به پالس‌های الکتریکی جریان تبدیل شده و از این پالس‌ها برای روشن و خاموش کردن سیستم محرکه، کلاچ و تجهیزات ماشین استفاده می‌شود. فلسفه به وجود آمدن ماشین‌های NC علاوه بر ضرورت توانایی ساخت قطعات پیچیده، ایجاد خودکار سازی و اتوماسیون نیز می‌باشد.

۵- گزینه «۴»

* به هر فرایندی که کامپیوتر به نوعی به طراح کمک کند CAD اطلاق می‌شود که از مزایای آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) بهبود راندمان در طراحی، که به عوامل زیر بستگی دارد:

پیچیدگی نقشه‌های مهندسی، گستردگی و میزان اطلاعات لازم روی نقشه، میزان تکرار قطعات طراحی شده (تهیه نقشه‌های مجدد از یک قطعه)، تکرار تقارن در قطعات، گستردگی آرشیو قطعات فنی و ایجاد اشکالی که به صورت عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرند، کاهش زمان کل طراحی و فعالیت جانبی مربوطه.

۲) آنالیز طراحی مورد نظر

۳) اشتباهات کمتر در طراحی

۴) دقت بیشتر محاسبات طراحی

۵) استاندارد کردن طراحی، نقشه کشی و تدوین مدارک مربوطه

۶) درک بهتر و ساده‌تر نقشه‌های تهیه شده

۷) امکان تدوین روش‌های بهتر برای تغییرات مهندسی در طراحی

* به هر فرایندی که کامپیوتر به نوعی به ساخت و تولید کمک کند CAM اطلاق می‌شود که شامل برنامه ریزی فرایند، مدیریت و کنترل عملیات تولید در یک مجتمع تولیدی و کارخانه‌ای می‌باشد. در بخش برنامه‌ریزی فرایند فعالیت‌های زیر را شامل می‌شود:

انتخاب ماشین ابزار، طراحی و انتخاب قیدو بند برای تولید محصول، انتخاب ابزارهای برشی و شرایط برشی، تهیه و تولید برنامه‌های CNC و رباتها، برنامه ریزی و کنترل کیفیت.

و در بخش مدیریت تولید به بخش‌های زیر نیاز داریم:

طراحی Lay out کارخانه، برنامه ریزی روزانه تولید، مدیریت ابزارها و انبارداری، جابجایی و کنترل مواد، تدوین فرایند ساخت به کمک کامپیوتر،

کنترل کیفیت و تدوین دستورات هندسی و کنترل کیفیت، تغییرات، بسته بندی و بازرسی محصول.

۶- گزینه «۳» عرضه کالاهای متنوع و تنوع در تولید محصولات و همچنین رقابت در دستیابی به بازار، سرعت تولید و ارزانی کالا و کنترل کیفیت

محصولات نیازی است که یک کنترل کننده و تولید کننده را وادار به دستیابی به تکنولوژی برتر و سیستم‌های تولیدی مناسب با این تکنولوژی می‌کند. ماشین‌های کنترل عددی اغلب برای تولید قطعات با تعداد کم یا متوسط و یا دارای اشکال پیچیده بکار می‌رود. ارسال کلیه قوانین و دستورات به مرکز کنترل ماشین برای انجام عملیات و حرکت در قالب کدها و استانداردهای خاص از طریق برنامه ماشینکاری قطعه صورت می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز برای برنامه ریزی ماشین‌های کنترل عددی شامل ابعاد هندسی قطعه، توابع مقدماتی یا آماده‌سازی و توابع متفرقه یا کمکی می‌باشد.

آزمون فصل اول

کله ۱- در کدامیک از سیستم‌های زیر تنوع قطعات تولیدی زیاد و تعداد آنها کم بوده و نیاز به اپراتور ماهر می‌باشد؟

- (۱) مراکز تولید پیوسته (۲) مراکز تولید دسته‌ای (۳) مراکز تولید کارگاهی (۴) مراکز تولید انبوه

کله ۲- کدامیک از جملات زیر در مورد ماشین‌های CNC درست نیست؟

- (۱) برای حجم تولید کم بکار برده می‌شود. (۲) دارای انعطاف‌پذیری می‌باشند.
(۳) زمان تولید را کاهش می‌دهند (۴) رمزبندی اطلاعات در آنها در مبنای ده می‌باشند.

کله ۳- کدامیک از موارد زیر در مورد سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر (FMS) صحیح است؟

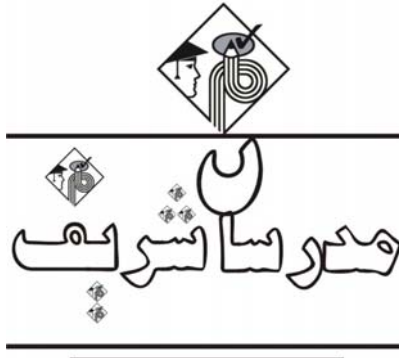
- (۱) تنوع از نظر کمیت تولید (۲) تنوع از نظر نوع فرآیند
(۳) جوابگویی نوسانات بازار (۴) هر سه مورد صحیح می‌باشد.

کله ۴- مزایای CNC نسبت به NC عبارت است از:

- (۱) استفاده کم از نوار و نوارخوان (۲) قابلیت تغییر در برنامه
(۳) قابلیت انعطاف‌پذیری ماشین (۴) همه موارد

کله ۵- بکارگیری کامپیوتر در کلیه مراحل طراحی، نقشه‌کشی، ساخت و تولید، کنترل کیفیت و بازرسی، بسته بندی محصول نامیده می‌شود.

- (۱) CAD/CAM (۲) CAD (۳) CAM (۴) NC



فصل دوم

اجزای اصلی ماشین‌های کنترل عددی

اجزای اصلی یک سیستم کنترل عددی کامپیوتری

اجزای اصلی یک سیستم CNC عبارتند از:

- ۱- برنامه دستورات
۲- واحد کنترل ماشین¹ (MCU)
۳- ماشین افزار

۱) برنامه دستورات (واحد ورودی)

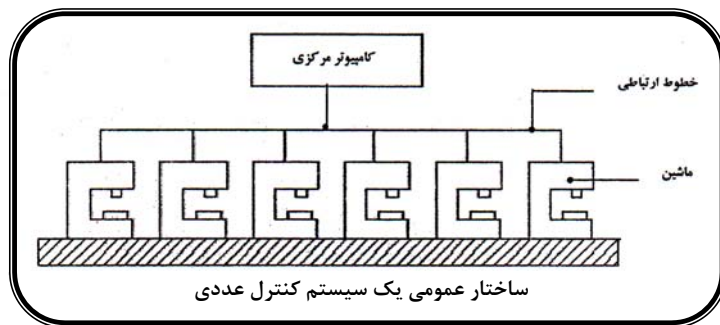
برنامه دستورات شامل اعداد، حروف و نشانه‌هایی است که به ماشین می‌گوید چه عملی را باید انجام دهد. این برنامه به صورت کدهای رمزبندی شده می‌باشد و توسط نوعی دستگاه ورودی به قسمت واحد کنترل ماشین (MCU) وارد می‌شود و در آنجا دستورات ترجمه و تفسیر شده و بصورت حرکات منظم برای ماشینکاری یک قطعه خاص به ماشین‌افزار منتقل می‌شود.

معمولاً برنامه به فرم‌های: کارت کامپیوتری، نوار کاغذی پانچ شده، نوار مغناطیسی، دیسک با علائم الکترونیکی به بازار عرضه می‌شود و روش‌های انتقال برنامه به ماشین عبارتند از:

- روش دستی و استفاده از صفحه کلید² (MDI)

- روش اتصال مستقیم CNC به کامپیوتر مرکزی³ (DNC)

☆ مدرن‌ترین روش تهیه و انتقال برنامه به ماشین روش اتصال مستقیم CNC به کامپیوتر مرکزی می‌باشد که اصطلاحاً به آن DNC می‌گویند که در آن تعدادی از سیستم‌های کنترل عددی، با اتصال مستقیم به کامپیوتر در تمامی لحظات کنترل می‌شوند. در مکانیزم DNC یک کامپیوتر مرکزی کنترل کلیه اجزای سیستم را به عهده دارد و می‌تواند به طور همزمان خط تولید اتوماتیک محصول را با چندین نوع ماشین CNC کنترل نماید.



کدام سیستم بطور خودکار برنامه را از طریق کامپیوتر ایجاد کرده و به سیستم کنترل عددی منتقل می‌کند؟

CAD (۴)

CNC (۳)

DNC (۲)

CAM (۱)

☑ پاسخ: گزینه «۲» روش اتصال مستقیم CNC به کامپیوتر مرکزی DNC نامیده می‌شود.

۲) واحد کنترل ماشین (MCU)

واحد کنترل ماشین از اجزا و قطعات الکترونیکی و سخت‌افزاری تشکیل شده است که برنامه‌ی دستورات را خوانده و به اعمال مکانیکی ماشین‌افزار تبدیل می‌کند و هر واحد کنترل شامل سه جزء اصلی واحد ورودی، واحد پردازشگر و واحد خروجی می‌باشد.

برنامه‌ها با توجه به نوع فرمت خاص خود توسط یک واسطه ورود اطلاعات مانند کارت‌خوان و یا مستقیماً به وسیله اپراتور از طریق صفحه کلید به سیستم وارد می‌شوند. این برنامه‌های ورودی به صورت سیگنال‌های اطلاعاتی بوده و به منظور شناخت سریع و آسان بایستی رمزبندی شوند.

¹MCU :Machine Control Unit

²MDI :Manual Data Input

³DNC:Direct Numerical Control

☆ سیگنال‌هایی که در مهندسی کنترل بیشتر از همه مورد استفاده قرار می‌گیرد سیگنال‌های دیجیتال می‌باشند که اغلب آن‌ها جزء سیگنال‌های باینری Binary محسوب می‌شوند.

کج مثال ۲: کدامیک از جملات زیر در مورد ماشین‌های CNC نادرست است؟

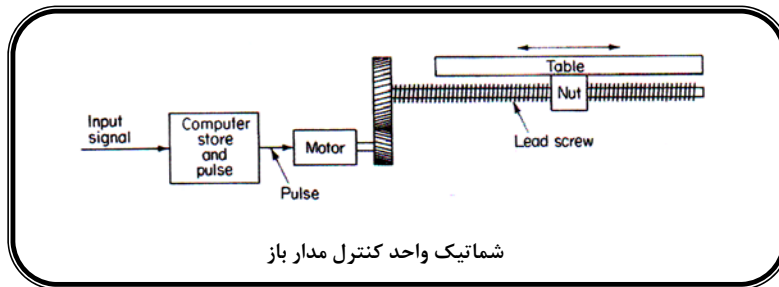
- (۱) برای تولید تکی قطعات پیچیده به کار برده می‌شود.
 (۲) زمان تولید محصولات را کاهش می‌دهند.
 (۳) از مبنای ده به منظور کد نمودن اطلاعات استفاده می‌شود.
 (۴) دارای انعطاف‌پذیری می‌باشند.

✓ پاسخ: گزینه «۳» در ماشین‌های کنترل عددی رمزبندی اطلاعات به صورت Binary (دودویی) صورت می‌گیرد.

☆ بطور کلی ماشین‌های CNC بر اساس کنترل Feed back به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف - سیستم کنترل مدار باز: (Open Loop Control System)

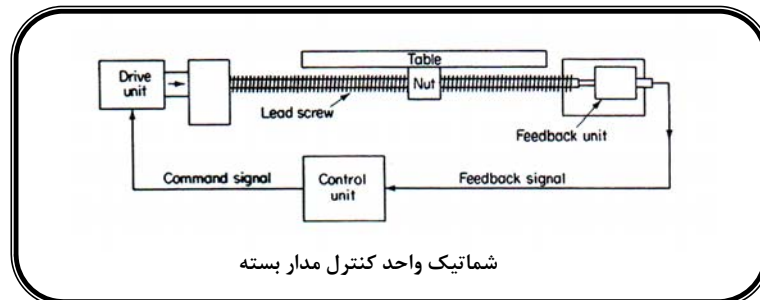
در این نوع سیستم کنترل میزان جابجایی هر محور به دقت تعیین می‌شود ولی سیستم قادر به کنترل موقعیت محور در طول مسیر نیست بعبارت دیگر اطلاعات لازم در مورد وضعیت محور در هر لحظه به سیستم کنترل ارسال نمی‌شود لذا اگر خطایی در موقعیت محور رخ دهد، سیستم قادر به کشف و رفع آن نخواهد بود.



نکته ۱: سیستم‌های کنترل مدار باز ارزان قیمت هستند و از آن‌ها در ماشین‌های آموزشی کوچک که دقت چندانی ندارند، استفاده می‌شود.

ب - سیستم کنترل مدار بسته: (Closed Loop Control System)

در این نوع سیستم کنترل موقعیت هر محور مرتباً توسط یک دستگاه به دقت اندازه‌گیری شده و اطلاعات لازم جهت بررسی و مقایسه با موقعیت واقعی به سیستم کنترل ارسال می‌گردد و پس از بررسی و مقایسه با میزان صحیح چنانچه نیاز به اصلاح داشته باشد توسط واحد کنترل تصحیح و مجدداً به سیستم ارسال می‌گردد، لذا سیستم کنترل مدار بسته از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.



نکته ۲: سیستم‌های کنترل مدار بسته که سرعت و موقعیت را کنترل می‌کنند سرو مکانیزم نام دارند و موتورهایی که در این سیستم به کار می‌روند «سرو موتور» Servo motor نامیده می‌شوند.

کج مثال ۳: کدام سیستم کنترل حرکت محور ماشین را به طور دائم و با دقت بالا اندازه‌گیری می‌کند؟

- (۱) مکانی (۲) مدار بسته (۳) موضعی (۴) مدار باز

✓ پاسخ: گزینه «۲» سیستم کنترل مدار بسته، حرکت محور ماشین را به طور دائم و با دقت بالا اندازه‌گیری می‌کند.

۳) ماشین‌افزار

سومین قسمت اصلی یک سیستم CNC ماشین‌افزار می‌باشد که کار اصلی فرایند یعنی براده‌برداری را انجام می‌دهد. در حقیقت برنامه NC پس از رمزگشایی و تبدیل به زبان ماشین در حافظه ذخیره می‌شود، محاسبات لازم انجام می‌پذیرد و سپس به شکل اطلاعات فنی و اطلاعات مسیر به سیگنال‌های خروجی قطع و وصل تبدیل و به موتورها فرمان می‌دهد. موتورها حرکت چرخشی را به سیستم‌های انتقال قدرت و حرکت منتقل کرده و در نتیجه حرکت دورانی به حرکت خطی تبدیل می‌گردد. در نهایت حرکت خطی از طریق کشویی و راهنماها تحت کنترل سیستم اندازه‌گیری به ابزار منتقل می‌شود.

☆ واحد خروجی مربوط به سخت‌افزار ماشین است و دارای سه جزء اصلی می‌باشد:

الف - محرکه‌ها (موتورها) ب - اجزای مکانیکی ج - سیستم اندازه‌گیری

موتورهای محرک محورها

برای به حرکت درآوردن و پیشروی محورها در ماشین‌های کنترل عددی CNC از محرکه‌های الکتریکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی استفاده می‌شود. لازم به توضیح است که امروزه محرکه‌های پنوماتیکی بدلیل قدرت کم و دقت پایین کاربرد چندانی ندارند.

محرکه‌های الکتریکی

محرکه‌های الکتریکی شامل موتورهای جریان مستقیم (DC)، جریان متناوب (AC) و یا موتورهای پله‌ای می‌باشند.

الف - موتورهای جریان مستقیم (DC)

در این نوع موتورها عامل حرکت میدان مغناطیسی استاتور یا جریان الکتریکی روتور می‌باشد. سرعت دورانی در این موتورها با تغییر ولتاژ و همچنین گشتاور موتور با میزان جریان ورودی به خوبی قابل کنترل می‌باشد، لذا موتورهای جریان مستقیم DC قابلیت کنترل بسیار خوبی دارند و بدلیل قدرت بالا، سرعت یکنواخت، عکس‌العمل سریع نسبت به تغییرات سرعت و ... بیشترین کاربرد را در ماشین‌های CNC دارا می‌باشند.

از این موتورها در مدارهای باز استفاده نمی‌شود و بیشترین کاربرد آن‌ها در مدارهای بسته است و امروزه کاربرد وسیع این موتورها در دوران محور اصلی (اسپیندل Spindle) می‌باشد.

ب - موتورهای جریان متناوب (AC)

در این نوع موتورها سرعت دوران متناسب با تغییر فرکانس ورودی تغییر کرده و تنها مزیت این موتورها، عدم نیاز به یکسوکنده و تعمیر نگهداری ارزان بدلیل نداشتن کلکتور و جاروبک می‌باشد. این موتورها حجم زیادی را اشغال می‌کنند و در مقایسه با موتورهای جریان مستقیم (DC) کاربرد کمتری در ماشین‌های CNC دارند و امروزه بیشتر جهت حرکت ابزار در راستای محورها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ج - موتورهای پله‌ای یا مرحله‌ای (Stepping Motors)

در این نوع موتورها با دادن هر پالس کنترلی ورودی، موتور به اندازه‌ی زاویه مشخصی که زاویه گام نام دارد، دوران کرده و متناسب با آن زاویه، پیچ ساچمه‌ای چرخیده و دوران آن باعث حرکت خطی مهره (میز) به اندازه‌ی موردنظر می‌شود. لذا دقت این موتورها به زاویه گام و گام پیچ ساچمه‌ای بستگی دارد. این زاویه گام در موتورهای مختلف متفاوت است و (۱/۸، ۲، ۲/۵، ۲/۸، ۵، ۷/۵، ۱۵، ۴۵ و ۹۰ درجه) می‌باشند و در نوع جدید این موتورها زاویه گام کوچکتر از یک درجه نیز وجود دارد.

- موتورهای پله‌ای دارای ساختمان ساده، حجم کم و قیمت مناسب می‌باشند و از آن‌ها در ماشین‌های کنترل عددی با دقت محدود و گشتاورهای پایین استفاده می‌شود و کاربرد این موتورها در سیستم مدارهای باز می‌باشد. از این موتورها بیشتر برای جایجایی ابزار در ماشین‌های کنترل عددی کوچک استفاده می‌شود.

کج مثال ۴: اگر در یک ماشین کنترل عددی CNC از موتور پله‌ای با زاویه گام ۱/۸ درجه استفاده شده باشد و گام پیچ ساچمه‌ای ۱۰ میلی‌متر باشد، دقت ماشین چند میلی‌متر است؟

۰/۰۵ (۴)

۰/۰۴ (۳)

۰/۰۳ (۲)

۰/۰۲ (۱)

$$\left\{ \begin{array}{l} 360^\circ \\ 10 \text{ mm} \\ 1/8^\circ \\ x \end{array} \right. \longrightarrow x = \frac{1/8 \times 10}{360} = 0/05 \text{ mm}$$

پاسخ: گزینه «۴»

محرکه‌های هیدرولیکی

از مزایای محرکه‌های هیدرولیکی می‌توان به قدرت زیاد و عکس‌العمل سریع در مقابل تغییر جهت حرکت را نام برد و از معایب آن می‌توان به نشتی روغن و گرانی قیمت آن‌ها اشاره کرد. ضمناً محرکه‌های هیدرولیکی در مقایسه با موتورهای الکتریکی از عکس‌العمل و دقت پایین‌تری برخوردارند. لازم به توضیح است که از محرکه‌های هیدرولیکی بیشتر در سیستم‌های مدار بسته استفاده می‌شود.

کج مثال ۵: کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد موتورهای پله‌ای (Stepper Motors) نادرست می‌باشد؟

(۲) قدرت انتقالی کم

(۱) اندازه و حجم کوچک

(۴) در سیستم مدار باز استفاده می‌شود.

(۳) در سیستم مدار بسته استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه «۳» موتورهای پله‌ای دارای ساختمان ساده و حجم کم می‌باشند و در سیستم مدارهای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کدام مثال ۶: در جاهایی که توان بالایی لازم باشد، از چه نوع موتوری استفاده می‌شود؟

- (۱) هیدرولیکی (۲) جریان مستقیم DC (۳) پله‌ای (۴) جریان متناوب AC

پاسخ: گزینه «۱» از مزایای محرکه‌های هیدرولیکی می‌توان به قدرت زیاد آن‌ها اشاره نمود.

کدام مثال ۷: کدامیک از سیستم‌های محرکه‌ی زیر، هزینه بالاتری دارند؟

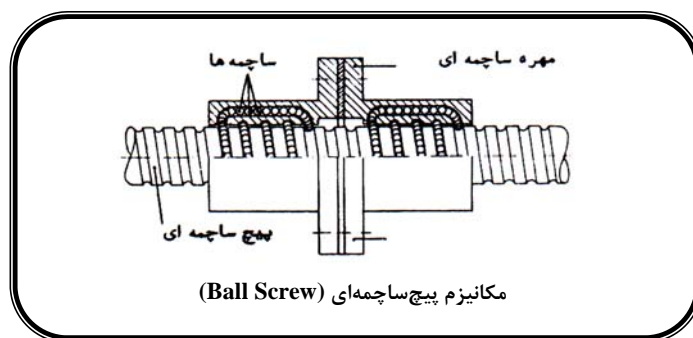
- (۱) موتورهای پله‌ای (۲) موتورهای هیدرولیکی (۳) موتورهای پنوماتیکی (۴) از لحاظ هزینه تقریباً یکسان می‌باشند.

پاسخ: گزینه «۲» موتورهای هیدرولیکی نسبت به سایر محرکه‌ها از هزینه بالاتری برخوردارند.

اجزای مکانیکی

اجزای مکانیکی شامل بستر ماشین، بلبرینگ‌ها، کشویی، راهنماها، نگهدارنده ابزار (Turret, tool changer)، پیچ‌های ساچمه‌ای و مکانیزم‌های انتقال قدرت و حرکت دیگر مانند چرخ و شانه و یا سیلندر و پیستون می‌باشد.

☆ در مکانیزم انتقال حرکت از سیلندر و پیستون کمتر استفاده می‌شود چون کورس حرکتی کمی دارند. از سیستم چرخ و شانه هم در مواردی استفاده می‌شود که کورس حرکت خیلی بلند باشد چون در طول‌های بلند پیچ و مهره دچار خمش می‌شوند. مکانیزم پیچ و مهره مخصوصاً از نوع ساچمه‌ای (Ball Screw) بیشترین استفاده را در ماشین‌های کنترل عددی داشته و چون حرکت در آنها بصورت غلتشی است راندمان بالایی دارند. همچنین از مزایای پیچ‌های ساچمه‌ای می‌توان به گشتاور کم هنگام شروع انتقال حرکت، انتقال سرعت‌های بالا، موقعیت‌دهی دقیق، قابلیت تکرار موقعیت‌ها، کاهش لقی هنگام معکوس کردن جهت حرکت و انتقال حرکت نرم و دقیق اشاره نمود.



نویسندگان: در برخی مواقع به علت محدودیت گام یا به علت بار اعمالی زیاد از پیچ و مهره‌های غلتکی به جای ساچمه‌ای استفاده می‌شود.

سیستم‌های اندازه‌گیری موقعیت محورها

برای کنترل موقعیت ماشینکاری در ماشین‌های CNC، پارامترهای موقعیت، سرعت و نیرو اندازه‌گیری می‌شود. بدین ترتیب پارامترهای موقعیت و سرعت لبه برنده‌ی ابزار را کنترل می‌کنند و نیرو شرایط براده‌برداری را مشخص می‌نماید.

موقعیت توسط انکودرها (Encoders)، سرعت توسط انکودرها یا تاکومترها و نیرو توسط سلول‌های بار (Load Cells) اندازه‌گیری می‌شود. سنسورهای موقعیت دیجیتالی در سه نوع انکودر زاویه‌ای، چرخشی و خطی ساخته می‌شوند و انکودرها در یک از سه محل میز ماشین، انتهای محور موتور و انتهای محور پیچ ساچمه‌ای نصب می‌شوند.

اندازه‌گیری در ماشین‌های CNC با توجه به محل نصب و نوع انکودرها به دو دسته‌ی کلی اندازه‌گیری مستقیم و اندازه‌گیری غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند.

اندازه‌گیری مستقیم فاصله

در این روش اندازه‌گیری انکودر خطی (خط کش دیجیتالی) مستقیماً بر روی میز ماشین یا کشویی نصب می‌شود و فاصله به طور مستقیم از طریق شمارش خطوط تیره بدست می‌آید. در اندازه‌گیری مستقیم با توجه به آنکه لقی محورها و نامیزانی موتورها و یاتاقان‌ها بر روی نتایج اندازه‌گیری تأثیری ندارد، در نتیجه این نوع اندازه‌گیری از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.

