الباب السابع

7

المخارط ذات التحكم الرقمي

NUMERICAL CONTROL FOR LATHES C N C

تكنولوجيا الخراطة

تمهيد

من المعروف أن المخارط التقليدية (المخارط الأفقية .. مخارط الذنبة) إنتاجها منخفض بالمقارنة بالمخارط الأوتوماتية أو النصف أوتوماتية وذلك لعدة أسباب أهمها .. تغيير وضع المشغولات وبالتالي يقوم الفني الذي يعمل على المخرطة بعملية الفك والربط لكل مشغولة ، وكذلك تغيير الآلات القاطع (الأقلام والثقابات وغيرها) الأمر الذي يؤدي إلى مراقبة وإختبار أبعاد الجزء المشغل من حين إلى آخر حتى ولو كانت الأجزاء المراد تشغيلها مطابقة لبعضها ، لذلك فإن هذه المخرطة تصلح لخراطة الأجزاء البسيطة وغير المتكررة التي لا يهم أن تتوافق في أبعادها لغرض التبادلية (تبادل القطع بأخرى لها نفس المواصفات والأبعاد) ، وقد صار تطور هذه المخرطة منذ أمد بعيد بحيث يقضي على هذه العيوب والإسراع بإنتاج المشغولات بجانب تطابق أبعاد المشغولات بدقة عالية في حالة تكرارها . وقد صار هذا التطور علي عدة مراحل من خلال ظهور مخارط البرج بأنواعها وأشكالها المختلفة التي تعتبر نصف أوتوماتية ، والتي أعقبها ظهور المخارط الأوتوماتية ذات الإنتاج الكمي المطابق في الشكل والأبعاد بدقة عالية .

ومع التطور المستمر الذي ظهر جلياً من النصف الثاني من القرن العشرين فقد أنتجت دور الصناعة آلات الإنتاج ذات التحكم الرقمي C N C وقد أدخل عليها بعض الإضافات والتغييرات إلى أن صارت كما نراها اليوم والتي تعتبر من أفضل أنواع آلات الإنتاج .

يتناول هذا الباب المخارط ذات التحكم الرقمي وأجزاؤها ، ونظم التحكم المستخدمة ، ومسارات المحاور .. أي حركات المنزلقات في الإتجاه الأفقي (الحركة العرضية والحركة الطولية) كما هو الحال بالمخارط ، والحركة العمودية في الإتجاه الرأسي كما هو الحال في الفرايز .

ويتعرض لأنواع أشرطـــة التسجيل مثل الأشرطة الورقية المثقبة والأشرطة المغناطيســـية ، كما يتعرض لخطـوات التشغيل ، ومميزات وعيوب ماكينات التحكم الرقمي .

نبـذة تاريخية :

بدأت فكرة التحكم الرقمي بآلات التشغيل والإنتاج بالعقد الرابع من القرن العشرين ، حيث كانت الحاجة إلى صناعة الطائرات وبعض المعدات الحربية الأخرى، وكان ذلك يتطلب ماكينات وآلات لها قدرة على تصنيع مثل هذه المعدات التي لا يمكن تشغيلها على ماكينات الإنتاج التقليدية .

وتطور تكنيك التصنيع سريعاً أثناء الحرب العالمية الثانية من خلال التعاون بين مصممي آلات التشغيل ومهندسي الحرب الإلكترونية لإنتاج ماكينات لها القدرة على تشغيل الأجزاء المعقدة والمنسوخة، وأثمر عن هذا التعاون إنشاء أول ماكينة تفريز تعمل من خلال التحكم الرقمي بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1950م ، وقد أمكن استخدامها في تصنيع ريش الدوران لمحرك طائرة هليوكوبتر، كانت تكنولوجيا الصناعة آنذاك لم تتوصل إلى تصنيع آلات قطع دقيقة يمكن إستخدامها في مثل هذه الأسطح المعقدة .. وعلى الرغم من أن هذا التطوير كان محدوداً، حيث كانت لوحات الرسم والقياس للمراحل المختلفة تتم يدوياً لبعض النقط القليلة المتباعدة ، هذا بالإضافة إلى عدم دقة الأبعاد المتداخلة التي كانت تخضع لمهارات صانع العدة .. إلا أن هذا الحدث في هذه الفترة من الزمن كان بمثابة إنطلاقة كبرى في عالم الصناعة .

وقد كن هذا التطور هو حجر الأساس الذي بنى عليه تطور الأجيال المتعاقبة في مجال التحكم الرقمي في آلات القطع وآلات الإنتاج المختلفة .

وفي عام 1953م تم تشغيل أول ماكينة بالتحكم الرقمي بواسطة العاملين بمصانع الفريد هيربرت بإنجلترا .

ومن الطبيعي أن صنع هيكل ومحرك طائرة نفاثة تتطلب الدقة الفائقة في جميع عمليات التشغيل والإنتاج ، وقد تحقق ذلك عملياً حيث إستطاعة تكنولوجيا الحاسبات

أن تحدد نقط الأسطح المتداخلة والمتقاربة رياضياً والتي تصف تداخل الأسطح مع بعضها البعض ، وتطورت عمليات التحكم الرقمي بدور الصناعة حيث كانت شركة فرانتي من أوائل الشركات في هذا المجال ، هذا بالإضافة إلى الدراسات والأبحاث التي عملت من أجل التطوير في كل من أمريكا وبعض الدول الأوربية ، الذي أدى إلى تطبيق التحكم الرقمي في مختلف آلات التشغيل والإنتاج بالمجال الصناعي .. حيث شملت مجال الميكانيكا والنجارة والإلكترونات وغيرها من المجالات الصناعية ، هذا بالإضافة إلى المجال الطبي والمجال العلمي الاستكشافي .

ومن المؤكد أن نظم التحكم الرقمي قادرة على تشغيل و ونجاز جميع أسطح التشغيل المختلفة الأشـــكال ، وأيضاً تنفيذ العمليات التي لا يمكن إنجازها على آلات التشغيل التقليدية .

وقد أمكن وضع تعريف رقمي لميكانزم التحكم ، حيث أدى ذلك إلى تنفيذ سلسلة لحركات العدة الضرورية آلياً لتشغيل وإنتاج المشغولات المطلوب تصنيعها .. وهذا مفهوم التحكم الرقمي ، حيث استخدام الرموز والأرقام في تنفيذ الخطوات العملية لتحديد شكل وأبعاد المنتج المراد تصنيعه .

التحكم الرقمي بماكينات القطع

NUMERICAL CONTROL OF MACHINE TOOLS

في المخرط التقليدية مثل المخرطة الأفقية (مخرطة الذنبة) يقوم الفني بتحريك المنزلقات على مجاري الإنزلاق الخاصة بها ، ويتم ذلك من خلال تغذية يدوية أو آلية ، أو بإستخدام حدبات CAMES خاص كما هو الحال في المخارط الآلية ، كما يقوم بتنفيذ الأعمال الأخرى الضرورية للتشغيل مثل بدء دوران عمـــود المحور وإيقافه ، وتغيير السرعات ، وتغيير معدل التغذية ، وفتح سائل التبريد ..... وخلافه ، كل عمل من هذه الأعمال يتطلب من الفني أن يمارس نوعاً من التقدير وصنع القرار ، ويجب أن تتكرر هذه القرارات في كل مرة يتم فيها إنتاج أي شغلة ، حتى ولو كانت الأجزاء المراد تشغيلها مطابقة لبعضها .

وعلى العكس من ذلك ، فإن إستخدام التحكم الرقمي لماكينات قطـــع المعادن ، يعني أن القرارات التي تحكم عمليات الماكينة يتم إعدادها مرة واحدة بمرحلة التخطيط والبرمجة أثناء إعداد منظومة تحكم الماكينة ، حيث يتم حفظها على شريط مثقب أو على وسيط لحفظ المنظومة التي تسمي برنامج التشغيل . وتستخدم نفس المنظومة للأجزاء الأخرى المطابقة ، وفي حالة تآكل الشريط بعد فترة طويلة من إستخدامه ، يمكن عمل بديل له في دقائق معدودة .

يعتبر العمل المبدئي المؤدي لإعداد منظومة التشغيل أمراً هاماً ، ومن المؤكد إنه يحتوي على جزء مهم جداً من الإنتاج .

تستخدم الماكينات ذات التحكم الرقمي في تصنيع المشغولات بإنتاج كمي (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجاً مماثلاً بالجملة) ، كما يمكن إستخدامها في إنتاج المشغولات بمجموعات متوسطة أو صغيرة .

الماكينة ذات التحكم الرقمي CNC:

هي ماكينة ذات خاصية ، تستقبل المعلومات عن طريق أوامر على شكل رموز وتقوم بتحويل الرموز إلى أرقام وحروف ، ثم تحول إلى نبضات كهربائية تصل للمحركات الكهربائية التي تقوم بدورها بحركة المحاور الخاصة بالماكينة بالأبعاد المطلوبة حسب الأوامر الصادرة إليها بالبرنامج لاستغلالها في عمليات التشغيل أو العمليات المساعدة مثل التبريد ــ سرعة الدوران ــ فك أو ربط الشغلة ــ تحديد مقدار التغذية ..... إلخ .

أسباب إستخدام ماكينات التشغيل ذات التحكم الرقمي CNC :

تضمن ماكينات التشغيل ذات التحكم الرقمي مثل غيرها من الماكينات الأوتوماتية إنتاج مشغولات ذات دقة وجـــودة عالية ، ولكن يفضل إستخدام ماكينات التحكم الرقمية للأسباب التالية :-

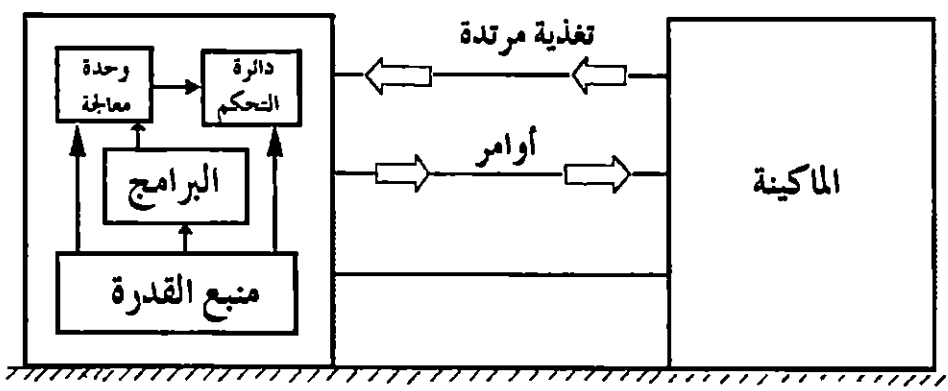
عدم توقف دقة المنتج علي خبرة ومهارة العامل ، وبذلك تكون دقة دفعة الإنتاج بكاملها بنفس الدرجة .

ضمان التكرارية للمنتجات من نفس الدفعة .
الحد من المنتجات المعيبة مما يخفض الفاقد وبالتالي تخفيض ثمن المنتج .
القدرة على إستعمال سرعات قطع مرتفعة ، مما ينتج عنه تخفيض زمن التشغيل للقطعة ، وبالتالي تخفيض ثمن المنتج .
لا يتطلب زمن يذكر في تجهيز الماكينة من منتج إلى آخر ، حيث يتطلب ذلك إعادة تخزين برنامج تشغيل جديد يناسب المنتج الجديد ، بخلاف الماكينات الأوتوماتية الأخرى التي تتطلب فك الماكينة وتغيير حدباتها، أو تغيير محددات المشاوير ... إلخ
القدرة على تصنيع أجزاء ذات أشكال في غاية الدقة والتعقيد التي يصعب إنتاجها على الماكينات التقليدية .

المكونات الأساسية لماكينة التشغيل ذات تحكم رقمي CNC :

تشتمل عادة ماكينة التشغيل ذات التحكم الرقمي C N C الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 7 – 1 علي معدات أساسية .. [وحدة تحكم كهربائية ــ وحدة تحكم رقمي (حاسب آلي Computer) ــ وحدة معالجة ــ الحساسات ــ برنامج المعلومات]، وذلك لتنفيذ العمليات المطلوب التحكم بها آلياً .

فيما يلي عرض تفصيلي للمكونات الأساسية لماكينة التشغيل ذات التحكم الرقمي C N C كل منها على حدة .



شكل 7 – 1

المكونات الأساسية لماكينة تشغيل ذات تحكم رقمي C N C

1. الماكينة :

MACHINE

تختلف ماكينة التشغيل ذات التحكم الرقمي C N C عن ماكينات التشغيل التقليدية ، حيث يوجد بالأولى الآتي :-

(أ) قادوس تغذية الخامة .

(ب) صينية أدوات القطع .

(ج) ذراع تغيير أدوات القطع .

(د) واقي أمان الذي يوقف الماكينة عند فتحها أثناء التشغيل .

2. وحدة التحكم الرقمية .. الحاسب الآلي : COMPUTER

هي الوحدة التي تحل محل الفني في آلات التشغيل التقليدية وفي الآلات ذات الحدبات وآلات التشغيل الأوتوماتية والتي تتحكم في الآلة من حيث الآتي :-

(أ) التشغيل والتحكم في سرعة دوران المحركات المختلفة .

(ب) إتجاه الحركة .

(ج) معدل الحركة .

(د) فتح وغلق وتحديد معدل ضخ سائل التبريد .

(هـ) فتح وغلق وتحديد معدل ضخ سائل التزييت .

تستمد تعليمات التشغيل من وسيط إدخال البرامج وإشارة الرجوع (التغذية المرتدة) من الحساسات ، كما يرسل إشارة التحكم إلى وحدة التحويل .

3. وحدة التحكم الكهربائية : ELECTRTRICITY CONTROL UNIT

يشتمل في المعتاد على مصدر التيار الكهربائي والمعدات الكهربائية ، ومخفضات الجهد ، والتوصيلات الكهربائية من الماكينة إلى وحدة التحكم ، وأجهزة الأمان .

4. وحدة التحويل : CHANGE UNIT

هي الوحدة التي تحول الإشارة المرسلة من وحدة التحكم على هيئة تيار صغير جداً ، إلى تيار مناسب يمكنه تشغيل المحركات الكهربائية ، أو المحركات المساعدة التي تتحكم في تحرك أجزاء الماكينة .

5. وحدات الإدارة : TURNING UNIT

هي المحركات الكهربائية التي تحرك أو تدير أجزاء الماكينة ، كما يوجد أيضاً وسائل إدارة يدوية تستخدم أحياناً في حالات التجارب أو الطوارئ .

6. الحساسات : FEELERS

هي أجهزة فائقة الحساسية . تستخدم في قياس الآتي :-

(أ) موضع أداة القطع والشغلة .

(ب) أبعاد الشغلة .

(ج) معدل التشغيل .. (سرعة القطع ــ عمق القطع ــ التغذية) .

(د) درجة حرارة الشغلة .

(هـ) عمر أداة القطع .

وترسل الحساسات إشارة الرجوع إلى الحاسب الآلي C OMPUTER لتقارن وتصحح مع الإشارة المرسلة .

وكلما زودت الماكينة بحساسات .. كلما زادت دقتها وكفاءتها وبالتالي زاد سعرها

ملاحظة :

يتم صياغة برنامج المعلومات بواسطة نظام رقمي على شريط مثقب أو بطاقات مثقبة أو شريط مغناطيسي ، ويحتوي البرنامج عادة على معلومتين هامتين هما :-

- **تعليمات التشغيل .**
- **تعليمات التصميم .. قياسات التصميم .**

حيث إن تعليمات التشغيل تقوم بإعطاء الإشارة لبدء تشغيل الآلة حسب الأوامر ، أما تعليمات التصميم فإنها تقوم بإعطاء الإشارة لمتابعة القياسات وتنفيذها حسب الرسومات المطلوبة .

مسارات المحاور :

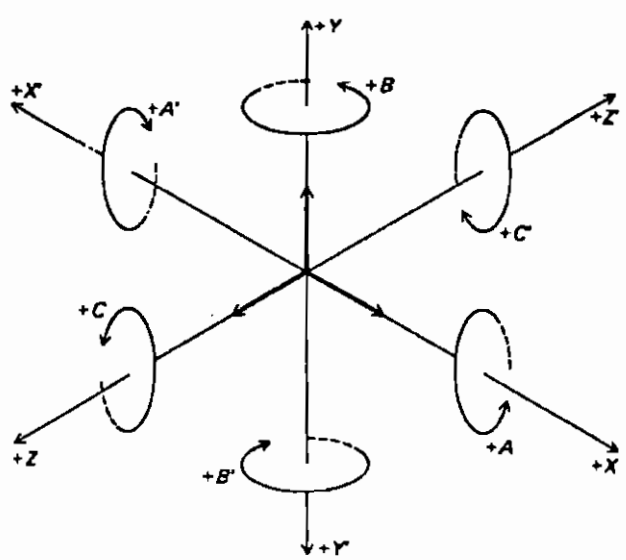
AXIS NOMENCLATURE

لإعداد منظومة التحكم بالماكينة ، يلزم كتابة برنامج الجزء ، وهذا العمل يقوم

به ما يسمى بمبرمج برنامج الجزء ، ويشتمل الشريط على كتابة لوحة تخطيط عمليات لتتابع العمليات اللازمة لتشغيل القطعة المراد تصنيعها ، بالإضافة إلى تعليمات تفصيلية عن إزاحة المنزلقات ومعدلات السرعة والتغذية وخلافه .

يوجد عادة بالماكينات المختلفة منزلقتين أو أكثر للتحرك في الإتجاه الأفقي (حركة عرضية يرمز لها بالرمز X وحركة طولية يرمز لها بالرمز Z) كما هو الحال بالمخارط ، كما يوجد بماكينات أخرى الحركتان السابق ذكرهما بالإضافة إلى حركة عمودية في الإتجاه الرأسي ويرمز لها بالرمز Y كما هو الحال بالفريزة ولقد وضعت بعض الإصطلاحات حسب النظام الدولي للتوحيد القياسي ISO ووضعها في نظام قياسي (إمامي) وذلك للتعرف على حركة كل منزلقة ومقرنتها بنظام إحداثيات Z , Y , X المستخدم في تشغيل الرسم .

شكل 7 – 2 يوضح رسم تخطيطي لحركة المنزلقات وعدد القطع والمصطلحات القياسية الإمامية .



شكل 7 – 2

المصطلحات القياسية المستخدمة لتعريف المحاور

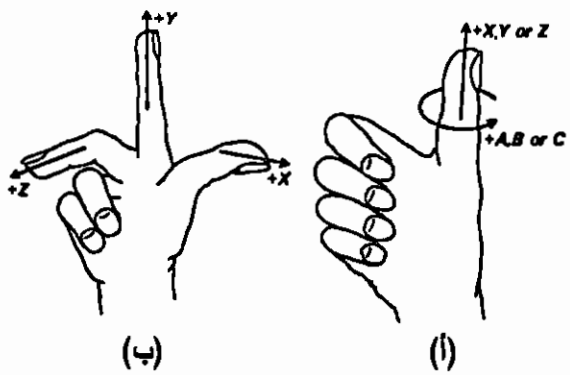
والإزاحة الخطية أو الدورانية حول كل محور

تحديد إتجاه المحاور بتطبيق قاعدة اليد اليمنى :

بالإضافة إلى وجود إزاحات الإنزلاق الأساسية X , Y , Z فإنه يلزم وجود حركات إنزلاقية أخرى في الإتجاهات نفسها التي تسمى بالإنزلاق الثانوي ، وأقرب مثال لذلك في مخرطة البرج ، حيث يعتبر المنزلق المستعرض هو المنزلق الأساسي ، ومنزلق البرج هو المنزلق الثانوي .

تعرف الإزاحات الثانوية بالإشـــارات U , V , W على التوالي ، وإذا وجدت منزلقات من الرتب الثالثة ، فإن الإزاحـــة الخاصة بها تعرف بالإشارات P , Q , R على التوالي .

يتطابق المحور z بوحـــدة التحكم الرقمي مع محور عمود الدوران الرئيسي للماكينة ، سواء كان عمود الدوران أفقي أو رأسي ، ويكون المحور موجباً في الإتجاه المشار من الشغلة إلى عمود المحور ، وتنظم المحاور الأخرى بناء على ذلك بشرط أن يكون المحور X أفقي وموازي للسطح الذي توضع علية الشغلة ، ويكون المحور Y متعامد على كل من الحور X والحور Z ، ويتحدد الإتجاه الموجب للمحاور بتطبيق قاعدة اليد اليمنى كما هو موضح بشكل 7 – 3 التي توضح أمثلة حقيقية لماكينات تحكم رقمي رأسية وأفقية والتي توضح توجيه المحاور X , Y , Z .



شكل 7 – 3

تحديد الإتجاه المحاور بتطبيق قاعدة اليد اليمنى

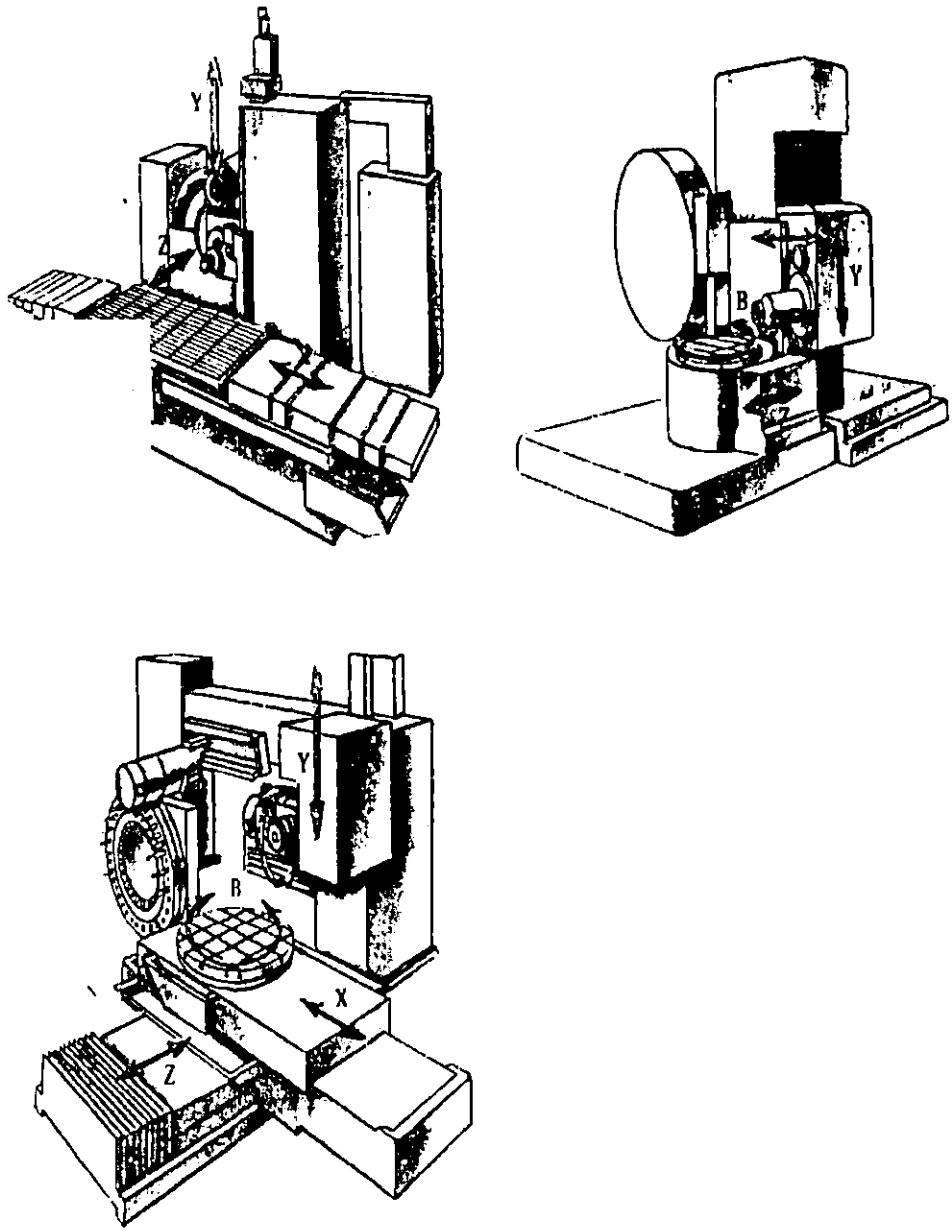
(أ) نظم إحداثي اليد اليمنى .

(ب) العلاقة بين الإزاحة الخطية الموجبة ، والإزاحة الدورانية الموجبة .

إزاحة المنزلقات بالماكينات ذات التحكم الرقمي :

تختلف آلات قطع المعدن التقليدية عن آلات قطع المعادن ذات التحكم الرقمي بوجود وحدة للتحكم والسيطرة الرقمية ، للتحكم في العمليات التي تقوم بها الآلة عن طريق الحاسب ، وذلك عن طريق إدخال معلومات التشغيل إلى الحاسب الإلكتروني لتخزن على شريط مغناطيسي أو بطاقة مثقبة أو أسطوانة مرنة أو وحدة تخزين صلبة ، ليقوم قارئ الشريط بترجمة هذه المعلومات إلى قرارات ، ثم إلى عمليات للتحكم والسيطرة الآلية الدقيقة على العدد (الآلات القاطعة المستخدمة) ، وحركة عمود الدوران الرئيسي ، وحركة الشغلة ، وحركة المنزلقات المختلفة حسب الإتجاه المطلوب لكل منها ، كما يتم التحكم في فتح وغلق نقط التشغيل وسرعة الدوران وفي معدل ضخ سائل التبريد .. وبذلك تتم السيطرة الكاملة علي الماكينة .

شكل 7 – 4 يوضح الإشارة التقليدية لإزاحة المنزلقات في بعض الأنواع الشائعة لماكينات القطع ذات التحكم الرقمي ، علماً بأن العلاقة بين المحاور تتحد مع قاعدة اليد اليمنى .



شكل 7 – 4

إشارات إزاحة المنزلقات في بعض الأنواع الشائعة

لماكينات قطع المعدن ذات التحكم الرقمي

يلاحظ بالشكل السابق عند تثبيت صواني التدوير المقسمة ، أو الصواني الدائرية لماكينات التحكم الرقمي ، فإنه يمكن التحكم في إزاحتها بزوايا حول المحاور الخاصة بها وذلك عن طريق منظومة التحكم في الماكينة . وعندما يكون محور صينية التدوير المقسم موازياً للمحور X الخاص بالماكينة ، فإن الدوران في هذه الحالة يرمز له بالرمز A ، أما محور صينية التدوير المقسم والموازي للمحور Y الخاص بالماكينة يكون له حركة التدوير B ويرمز لها لدوران صينية التدوير المقسمة والذي يكون محوره موازياً للمحور Z الخاص بالماكينة يكون له حركة التدوير بالرمز B

التحرك في المستويات الثلاثة :

تتصف المخارط والماكينات ذات التحكم الرقمي بالمرونة الفائقة في إمكانياتها ، حيث تتناسب مع جميع الأغراض (المنتج الفردي بالقطعة ، أو الإنتاج المتوسط بكميات محدودة ، أو الكمي) ومهما كان نوع المنتج فإن التكاليف عادة تكون منخفضة

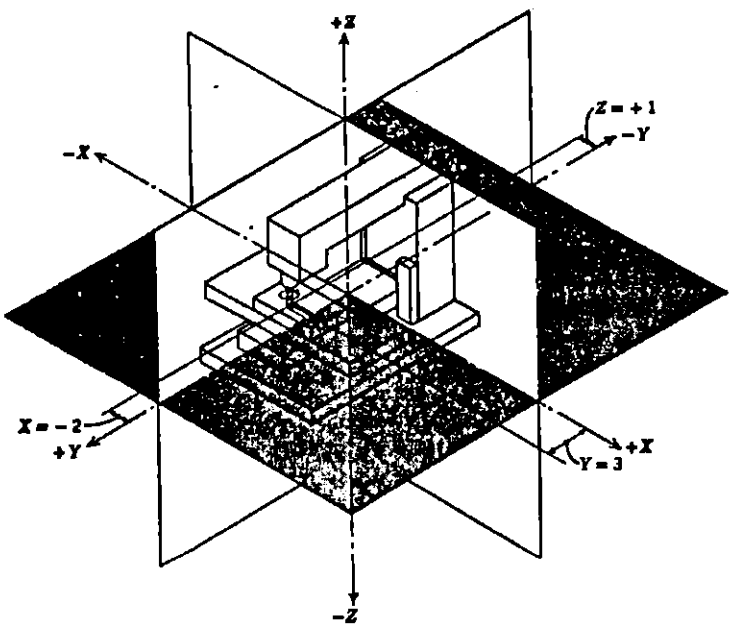
تتميز الماكينات ذات التحكم الرقمي بإمكانية تحرك عمود الدوران وعدد القطع والمشغولة والتحكم في حركاتها بالنسبة للثلاث مستويات المرجعية ، أو بالنسبة لمستويين ، أو مستوى واحد منها .. حسب طبيعة التشغيل في الماكينة ، فعلى سبيل المثال في حالة ماكينة التفريز يكون الحفر والقطع بالمشغولة لعمل الإسطمبات من خلال تحرك النضد في ثلاث إتجاهات Z , Y , X ، وينسب التحرك في المستويات الثلاثة إلى رقم مرجعي ، ويتم التحرك في الإتجاهات الثلاثة بالإتجاه الموجب أو السالب كما يلي :-

+ X , - X
+ y , - y
+ z , - z

ويتم التحكم في تحرك النضد في هذه الإتجاهات الستة بجانب التحكم في بدء تشغيل المكنة وتوقفها وفي سرعة عمود الإدارة ، وهذه الحركات الستة ما هي إلا ثلاثة في الإتجاه الموجب وثلاثة أخرى في الإتجاه السالب .. أي كل حركة لها إتجاهين أحدهما موجب والآخر سالب . شكل 7 – 5 يوضح التحرك من نقطة مرجعية إلى نقطة إحداثياتها X = - 2 , Y = + 3 , Z = 1 ، ويتم بعد ذلك تحرك

النضد إلى موقع آخر بنفس الأسلوب .. وهكذا يتم التشغيل بالبرمجة بهذا الأسلوب للحصول على المنتج المطلوب تصنيعه .

في بعض الماكينات يتم تحرك أداة القطع مع ثبات المشغولة ، أو تحرك أحدهما في إتجاه والأخرى في الإتجاهين الآخرين ، كما يمكن في بعض الماكينات المعقدة تامة الأوتوماتية تغيير أداة القطع في البرج الحامل لها ، بإصدار أمر بذلك ليتم دون تدخل الفني الذي يعمل عليها .



شكل 7 – 5

تحرك نضد الفريزة في الإتجاهات الثلاثة

منظومة التحكم الرقمية :

DIGITAL CONTROL SYSTEM

تعرف منظومة التحكم الرقمية بأنها وسيلة تكنولوجية لربط معدات إلكترونية تصدر إشارات إلى وسائل التحكم الكهرومغناطيسية أو هيدرولية أو نيوماتية .. (هيدرولية هي التي تعمل بالزيوت المضغوطة ، أما النيوماتية هي التي تعمل بالهواء المضغوط) ، لكي تؤدي الماكينة (مخرطة ــ فريزة ــ مثقاب ــ آلة تجليخ ــ آلة لحام ... وغيرها . عمليات التشغيل عن طريق الحركات المختلفة .

مبدأ منظومة للتحكم الرقمية بأبسط أشكالها . هو تلقي التعليمات من برنامج يضعه مصمم خطة التشغيل بصورة رقمية ، ويسجل هذا البرنامج على شريط مغناطيسي أو بطاقة مثقبة أو أقراص مرنة أو صلبة مغناطيسية C D أو وسيلة حفظ معلومات ، لكي يقوم قارئ الوسيط بترجمة هـذه البيانات بصـورة أوامر لتنطلق إلى الأجزاء المتحركة كالمنزلقات وحامل العدة ... وغيرها ، وتأمرها بإختيار أو تغيير العدة بأخرى ، أو الحركة على المحور الأفقي (العرضي أو الطولي) ، أو المحـور الرأسي ، أو جميعهم بالتحـرك بخطوات دقيقة ، وبالتالي يمكن الحصول على منتجات مصنعة بأشكالها المختلفة بدقة فائقة .

يستخدم التحكم الرقمي حالياً في عدة تطبيقات إنتاجية مهمة ،تمـتد من عمليات اللحام إلى صناعة الأثاث إلى عمليات التشغيل المختلفة مثل المخرطة ــ الفريزة ــ المقشطة ، وكذلك عمليات مراجعة الأبعاد للمشغولات من حين لأخر أثناء التشغيل .

تتفق جمـيع الماكينات ذات التحكم الرقمي C N C في إرسال إشارات كهربائية من الحاسب (الكمبيوتر) إلى محركات أجزاء الماكينة المختلفة ، ولكنها تختلف في إرسال إشارة التغذية المرتدة التي تغذي الحاسب (الكمبيوتر) بالمعلومات المرتدة على هيئة إشارة رجـوع للتأكد من دقـة مطابقة الحركة ، ويمكن تصنيف نظـم التحكم إلي نوعين أساسيين هما :-

1. نظام التحكم في دورة مفتوحة .
2. نظام التحكم في دورة مغلقة .

أنواع نظم التحكم الرقمية :

KINDS OF DIGITAL CONTROL SYSTEME

تختلف نظم التحكم الرقمي عن بعضها البعض ، ويمكن تصنيفها إلى الآتي :-

1. نوع المسار .
2. إشارة التحكم .

تصنيف نظم التحكم الرقمية تبعاً لنوع المسار :

يمكن تصنيف نظم التحكم الرقمية تبعاً لنوع المسار إلى ثلاثة أنواع كالآتي :-

(أ) آلات تشغيل موضعية :

POINT TO POINT P . P

تعتبر من أبسط وحدات التحكم الرقمية حيث تقطع أداة القطع عند موضع ، ثم تنتقل إلى موضع آخر بدون قطع لتبدأ عملية القطع من جديد ..... وهكذا لذلك تسمى بآلات التشغيل من نقطة إلى نقطة ، ومن أمثلة هذه الآلات هي آلات التثقيب وآلات التخويش والمكابس وبعض ماكينات القياس .

(ب) آلات تشغيل خطية :

POINT & LINER P . L

تعمل أداة القطع في إتجاه أحد المحاور فقط ، أي لا يمكن أن يتم القطـــع في إتجاهين في آن واحـــد ، ومن أمثلة هذه الآلات المخارط والفرايز .

(ج) آلات تشغيل مسارية :

CONTOURING C . L

تتميز هذه الآلات بأن أداة القطع تقوم بعملية القطع باستمرار في مسار مستقيم أو مسار منحني ، أي إنه يمكن إتمام عملية القطع في عدة إتجاهات في آن واحد ، ومن أمثلة هذه الآلات .. المخارط ــ الفرايز ــ الفرايز الناسخة ــ آلات التجليخ ــ آلات السك ــ القطع بالشرارة الكهربائية ــ أجهزة القياس .

تصنيف نظم التحكم الرقمية تبعاً لإشارة التحكم :

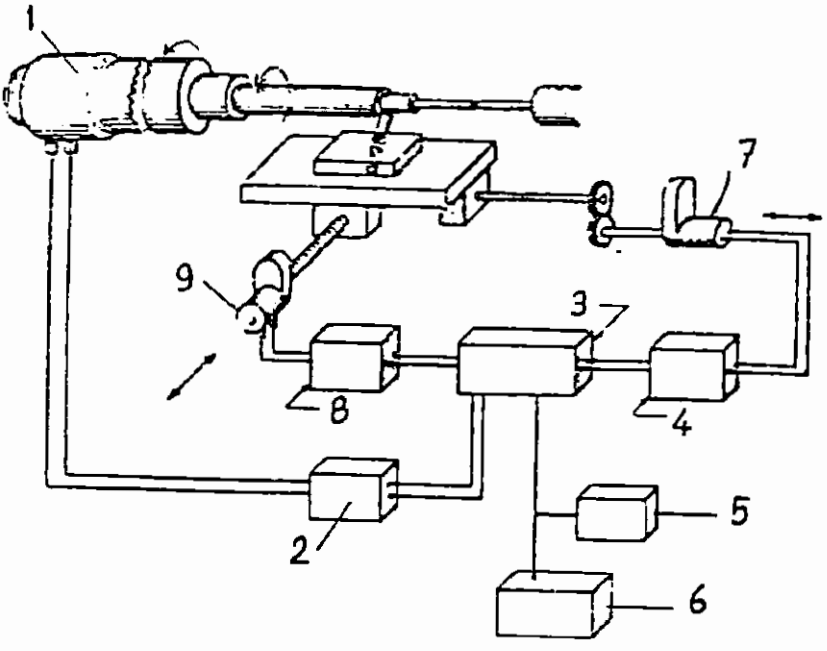
تتفق جميع وحـــدات آلات التحكم الرقمـــية C N C في إرسال الإشارات كهربائية من الحاسب الآلي COMPUTER إلى محركات أجزاء الآلة المختلفة ، ولكنها تختلف في إرسال إشارة التغذية المرتدة التي تغذي الحاسب الآلي بالمعلومات المرتدة من الحساسات على هيئة إشارات رجوع للتأكد من دقة مطابقة الحركة .. ويمكن تصنيف هذه نظم التحكم إلى الآتي :-

أولا : نظام التحكم في دورة مفتوحة

OPEN LOOP

يعتبر نظام التحكم في دورة مفتوحة الموضح بشكل 7 – 6 من أبسط نظم التحكم ، حيث يتم إدخال البيانات لتترجم إلى أوامر تصدر وتنفذ في أوقات محددة للماكينة ،

ولكن لا يوجد حساس لمراجعة الشكل وقياس الأبعاد بمراحل الإنتاج المختلفة .. هذا يعني إلى إنتاج القطع المطلوبة حسب الشكل والأبعاد المحددة دون مراجعة من حين لأخر ، على كون المكنة تعمل حسب الخطة الموضوعة لها .



شكل 7 – 6

نظام التحكم في دورة مفتوحة

1. محرك المحور الرئيسي .. (محرك عمود الدوران .
2. محرك للتحكم في سرعة عمود الدوران .
3. وحدة تفسير المعلومات .
4. وحدة سيطرة مساعدة للتحكم في إتجاه الإحداثي XX.
5. قارئ الشريط .
6. وحدة إدخال المعلومات .. للتحكم اليدوي .
7. محرك مساعد .. (يعمل بالهواء المضغوط أو السوائل المضغوطة) .
8. وحدة سيطرة مساعدة للإحداثي YY.
9. محرك مساعد .. (يعمل بالهواء المضغوط أو السوائل المضغوطة) .

ثانيا : نظام التحكم في دورة مغلقة

CLOSED LOOP

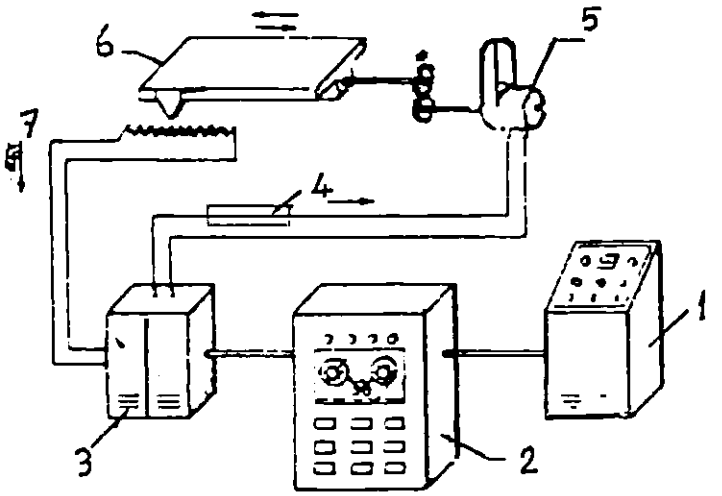
يستخدم نظام التحكم في دورة مغلقة في نظم التشغيل ذات التغذية المرتدة ، بمعنى إدخال البيانات من الحاسب الآلي (الكمبيوتر) عن طريق إشارات تحكم ، وترتد إشارة رجوع عن طريق الحساسات التي تلامس أسطح قطعة التشغيل المراد تصنيعها ، حيث ترسل إلى أداة القطع إشارة لتحديد موضع التشغيل والتفسير لتوضيح ما تم تنفيذه من الأوامر المطلوبة ، ثم ترتد إشارة رجوع لتتقارن مع إشارة التحكم لتقوم وحدة السيطرة بتحليل هذه الإشارة وإتخاذ الإجراءات المناسبة لتصحيح تنفيذ الأوامر إذا كان هناك خطأ في الموضع ليصحح تلقائياً .

هذا يعني إصدار أوامر لتشغيل لأي ماكينة المتحكم بها عن طريق الدورة المغلقة طبقاً لخطة البرنامج الموضوع ، الذي يشمل مراجعة شكل وأبعاد المشغولة من حين لأخر للتأكد من تنفيذ الأوامر بدقة تامة ، فإذا إنحرفت الإشارة عن المسار الموضوع لعملية التشغيل سواء بالزيادة أو النقص . تصدر على الفور إشارة مرتدة لتصحيح الوضع ليعدل البرنامج تلقائياً حتى الوصول للمنتج النهائي بشكله وأبعاده المطلوبة بدقة فائقة ، ومن ثم يوفر الوقت والمجهود والخامات التي قد تهدر بسبب تلف هذه المشغولة .

وبالتالي فإن منظومة التحكم في الدورة المغلقة دقتها عالية في التنفيذ .. نتيجة لذلك فثمنه أغلى .

شكل 7 – 7 رسم تخطيطي يوضح آلة قطع مزودة بوحدة للتحكم ذات نظام مغلق لمنظومة أحادية المحور ، وهي مشابهة لمنظومة التحكم في الدورة المفتوحة باستثناء إضافة الحساسات .

علي الرغم إن الشكل التالي يوضح منظومة أحادية المحور ، إلا أن المبدأ ينطبق على المنظومة الثنائية أو الثلاثية المحور .



شكل 7 – 7

نظام التحكم في دورة مغلقة

1. لوحة بيانات السيطرة والتشغيل .
2. قارئ الشريط .
3. وحدة السيطرة والتحكم .
4. حساسات
5. محرك مساعد .. (يعمل بالهواء المضغوط أو السوائل المضغوطة) .
6. طاولة .. نضد التشغيل .
7. إشارة مرتدة لإرجاع البيانات وإعدة التغذية .

ملاحظة :

على أساس ما سبق عرضة فإن سير القطار على الخط الحديدي يعتبر نوع من أنواع التحكم في دورة مغلقة .

كما أن المخارط الأفقية التقليدية والمخارط ذات البرج تعتبر من أنواع التحكم في دورة مفتوحة ، بينما المخارط الناسخة من الأنواع التحكم المغلق ، حيث أن أي خطأ يحدث في مسار قلم القطع يصحح عن طريق الضبعة (الشبلونة) .

وحدات نظام تحكم استشعاري :

FEELING CONTROL SYSTEM UNITS

يمكن ضمان صحة أبعاد المشغولات في وحدات نظام التحكم المغلق ، ولكن التآكل الذي يحدث بأداة القطع لا تشعر به حساس قياس الموضع ، لذلك زودت هذه الوحدات بأجهزة تحكم إستشعاري بحساسات لترسل إشارات رجوع لتغذي الحاسب (الكمبيوتر) بالمعلومات اللازمة لضمان مطابقة المشغولات المصنعة للمواصفات المطلوبة ، وبالتالي لا تحتاج المشغولات المنتجة بهذا النظام إلى أي فحص لاحق .. إلا إنها بالطبع مكلفة جداً .

أنواع التحكم في المنزلقات :

KINDS OF CONTROLOF GLIDERES

يتضح من خلال المشغولات التي تم إنتاجها على الماكينات ذات التحكم الرقمي C N C أنه يلزم وجود نوعين أساسيين من أنواع التحكم بالمنزلقات كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 7 – 8 ، وشكل 7 – 9 يوضح أمثلة لمنتجات مصنعة علي ماكينات ذات التحكم الرقمي C N C عن طريق التحكم بالمنزلقات .

شكل 7 – 8

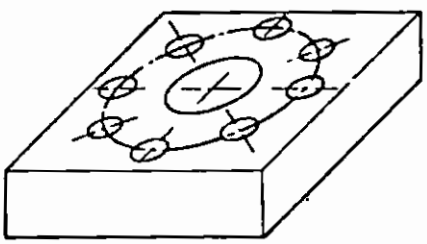
تصنيف أنواع التحكم المستخدم بالمنزلقات بماكينات C N C

1. التحكم في عمليات التشغيل التي تتطلب وجود علاقة دقيقة بين منزلقتين أو أكثر أثناء إزاحتهما ، مثل ماكينات الثقب وماكينات التخويش الداخلي ذات التحكم الرقمي .. ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين هما :-

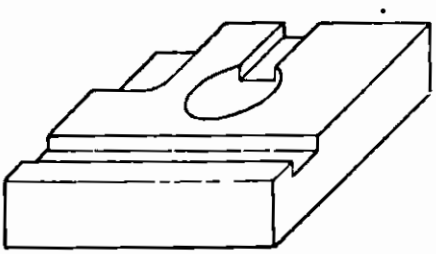
(أ) مجموعة تتطلب حركة منزلقات الماكينة من أحد المواضع الثابتة .. (المواضع التي أجري بها عمليات تشغيل) .

(ب) مجموعة تتطلب حركة منزلق في نفس الوقت الذي تم فيه عملية التشغيل ، مثل تفريز مشقبية موازية لمحور المنزلق .. أي تحكم بحركة خطية .

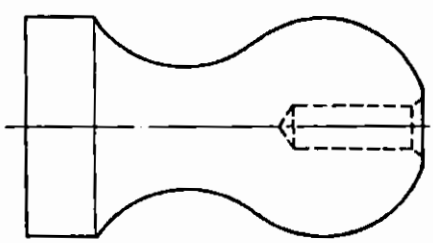
2. التحكم في عمليات التشغيل التي تتطلب وجود علاقة دقيقة بين المنزلقات أثناء إزاحتهما ، مثل ماكينات التفريز .



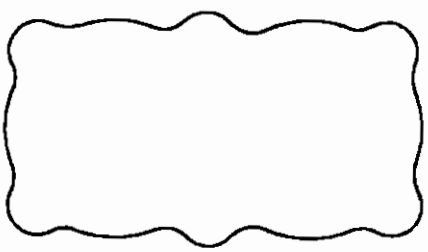
(أ) تحديد موضع (نقطة إلى نقطة) .



(ب) تحكم حركة خطية .



(جـ) تحكم مستمر (خراطة مناسيب محيطية) .



(د) تحكم مستمر (تفريز مناسيب محيطية)

شكل 7 – 9

أمثلة لمنتجات مصنعة علي ماكينات ذات تحكم رقمي C N C

عن طريق التحكم بالمنزلقات

برمجة المعلومات وتحويلها إلى أرقام

INFORMATION PROGRAMING & CHANGING TO DIGITS

إن الإختلاف المبدئي للماكينات ذات التحكم الرقمي المبرمج C N C عن الماكينات الأوتوماتية ، ينحصر في تخزين البرنامج على حامل خاص للبرامج مثل الشريط المثقب ، أو الشريط المغناطيسي ، الذي يستمد منه إشارات الأوامر المختلفة لتعليمات التشغيل في صورة أرقام .. لذلك تسمي بالماكينات ذات التحكم الرقمي ، حيث يمكن للمكنة والإنسان أن يتعاملا معاً بواسطة اللغة التي تفهمها المكنة ، ومن ثم فإن المكنة تقرأ البرنامج المسجل من قبل الإنسان وتنفـذها بدقة ، وعند حدوث أي خلل في أجهزة التحكم الرقمي المبرمج ، أو حدوث خطأ في البرنامج ، أو التوقف نتيجة حادث ما ، فإن الآلة تعطي رسالة لكي تبلغ عن سبب التوقف ، أو تقوم بصحيح الخطأ عن طريق إصدار إشارة مرتدة لتصحيح الوضع ليعدل البرنامج حتى الوصول إلى المنتج النهائي .

نظام شفرة الأرقام :

SESTEM OF NUMBERS CODE

تمد ماكينة C N C بالمعلومات المعدة عن طريق الشريط المثقب أو الشريط الممغنط اللذان يقوم بإعدادهما المبرمج .

على سبيل المثال .. الشريط المثقب ينقل تفاصيل برنامج الجزء ، لأن كل صف ثقوب في عرض الشريط يمثل رمزاً .. وهو غالباً ما يكون حرف أو رقم ، ويتحقق نقل التفاصيل عن طريق شفرة أبجدية في شكل رقم ثنائي ، ومن ثم فإن كل حرف أو رقم في برنامج الجزء يتم تمثيله في عرض الشريط بخط من الثقوب المتباعدة أو المتقاربة ، علما بأن الشريط يستوعب تفاصيل البرنامج كله .

في خلية الشريط المثقب توجـد أماكن بها ثقوب ، كما توجد أماكن أخري بدون ثقـوب . ففي الحالة الأولى يرمز للثقـب بالرمز 1 ، وفي الحالة الثانيـة يرمز له بالرمز 0 ، لذلك فإن أبجدية لغة المكنة أو أبجدية الرموز تحتوي فقط على رقمين هما

(0 ، 1) ، وبالتشابه مع اللغة العادية فإن مجموعة الرموز من الأبجدية تسمى بكلمة التحكم الرمزي .

يتميز الشريط المثقب بأن التفاصيل الموضوعة على نظام الشفرة تكون واضحة المعالم من خلال النظر إليها ، وبالتالي يمكن ملاحظة أى تلف للثقوب ، أما الشريط الممغنط .. فإن التفاصيل لا تكون واضحة بالنظر ، وبالتالي لا يمكن ملاحظة التلف الناشئ عن التعرض لمجال مغناطيسي قوي ، إلا أن الشريط يمكن أن يحتوي على تركيز أكثر للمعلومات .

الأنظمة الرقمية :

NUMBER SYSTEMEM

إن وصف الحاسب الإلكتروني بأنه رقمي .. هذا يعني أنه يعالج البيانات بطريقة تتم بداخله عن طريق إستخدام الأرقام بدلا من أسلوب القياس في الحاسبات التناظرية ، لذلك فإن النظم الرقمية تحتل مكانة أساسية في لغة التعامل مع الحاسب الإلكتروني ، ويلاحظ أن لكل نظام رقمي له أساس معين ، وهي أرقام الحدود المستخدمة في هذا النظام .. ويتضح ذلك من خلال عرض النظم الرقمية المختلفة التالية :-

1. النظام العشري :

DECIMAL SYSTEM

يتكون هذا النظام من عشرة حدود .. تبدأ من صفر إلى رقم تسعة كالآتي :-

0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 . 8 , 9 ، أي أن الرقم 10 هو المعبر عن عدد الحدود المستخدمة.

2. النظام الثماني :

OCTAL SYSTSM

يتكزن من ثماني حدود هي 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 ، ويكون الرقم 8 هو المعبر عن عدد الحدود المستخدمة.

3. النظام الثلاثي :

TERNALY SYSTEM

يتكون من ثلاثة حدود فقط هم 2 , 1 , 0 ، ويكون الرقـــم 3 هو المعبر عن عدد الحدود المستخدمة .

4. النظام الثنائي :

SINARY SYSTEM

يتكون هذا النظام من حدين فقط هما 1 , 0 ، ويكون رقم 2 هو المعبر عن الحدود المستخدمة.

يحتوي الشريط المثقب على ثقوب ، كما توجد أماكن بالشريط لا يوجد بها ثقوب، ففي حالة وجود ثقب يرمز له بالرمز 1 ، أما في الحالة الثانية .. أي في حالة عدم وجود ثقوب فإنه يرمز لها بالرمز 0 ، لذلك فإن أبجدية لغة المكنة تحتوي فقط علي رمزين هما (1 ، 0) . ويعتر هذا النظام هو الأساس في لغة التعامل مع ماكينات التحكم الرقمي .

مثال :

العدد 1011 يتركب من الآتي :-

$$(1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$11 = 8 + 0 + 2 + 1$$

ملاحظة :

أي عدد مرفوع لأس صفر = 1

وعلى ذلك فإن العدد 11 يمكن تمثيله (تشفيره) في نظام الأرقام العشرية بالعدد 1011 .. أي (واحد ــ صفر ــ واحد ــ واحد) بالنظام الثنائي .

وجدول 7 – 1 يوضح أمثلة لبعض الأعداد الثنائية وتمثيلها العشري المناظر .

جدول 7 – 1

أمثلة لبعض الأعداد الثنائية وتمثيلها العشري المناظر

العدد بالنظام الثنائي	العشري المناظر	الاشتقاق
0	0	(0×2^0)
1	1	(1×2^0)
10	2	$(1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$
11	3	$(1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$
100	4	$(1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$
111	7	$(1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$
10000	16	؟ .
10101	21	؟ .

* تركت الأرقام الأخيرة للتدريب عليها وحلها .

5. النظام الثاني عشر :

DUEDECIMAL SYSTEM

يتكون هذا النظام من إثنى عشر حد ، يحتوي على عشرة أرقام من صفر إلى 9 مع إضافة حرفين هما A , B بحيث يوضعان بعد الرقم 9 مباشرة كالآتي :-

0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , A , B . ، وبذلك يكون الرقم 12 هو المعبر عن عدد الحدود المستخدمة .

6. النظام السادس عشر :

HEXADECIMAL SYSTEM

يتكون هذا النظام من ستة عشر حدًا مقسمة إلى عشرة أرقام (0 - 9) ثم يضاف إليهم ستة حروف هي A , B , C , D , D , E , F ، بحيث يكون الشكل النهائي لها كالآتي :-

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F . يعتبر هذا النظام هو الأكثر تقدمًا والأكثر إستخدامًا للحواسب السريعة .

حامل البرنامج :

PROGRAM CARRIER

يجرى تسجيل البرنامج في أجهزة التحكم الرقمي المبرمج على حامل البرنامج ، علما بوجود طريقتان لتقديم معلومات التحكم هما كالآتي :-

1. تحويل المعلومات إلى رموز .
2. تحويل الرموز إلى معلومات .. (الشفرة المحللة) .

إذا تم تنفيذ تسجيل البرنامج بنظام الرموز الأحادي ، فإن عملية التقديم الموافق لمعلومات التحكم تسمى بتحويل الرموز إلى معلومات . أما إذا كان تسجيل البرنامج بنظام الرموز الثنائي ، فإن عملية التقديم الموافق لمعلومات التحكم تسمى بتحويل المعلومات إلى رموز .

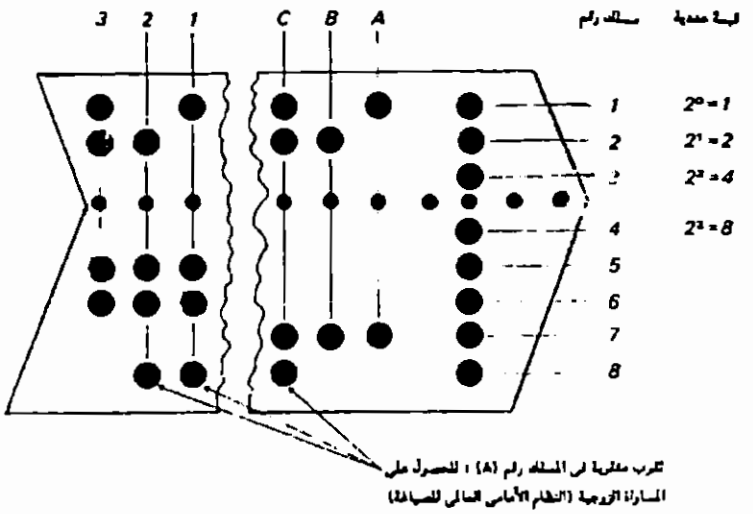
وعادة تسجل المعلومات التي يتم الحصول عليها من الرموز على شريط مغناطيسي ، وعند تحويل المعلومات إلى رموز فإنها تسجل على شريط مثقب أو بطاقة مثقبة أو أسطوانة مرنة أو أسطوانة صلبة أو وحدة تخزين الماكينة .

الشريط المثقب :

PUNCHED TAPE

هو شريط من الورق الغير منفذ للضوء (معتم) وغير لامع ، وغالباً يكون لونه أسود أو أزرق ، يبلغ عرض الشريط 25 ملليمتر .. أي واحد بوصة ، وهو الشريط الخاص الذي تصنع فيه الثقوب . يتسع عرض الشريط المثقب لثمانية مسالك .. أي إنه يسع ثمانية ثقوب في خط واحد بعرض الشريط كما هو موضح بشكل 7 - 10.

تعتبر الأشرطة الورقية المثقبة وسيلة رخيصة ومناسبة لنقل المعلومات ، لذلك كانت الأكثر انتشارا عند ظهور آلات الإنتاج الرقمية ، وقد إنخفض إستخدامها الآن.



شكل 7 – 10

شريط مثقـــب بنظام ISO

يحتوي الشريط على صف من الثقوب الصغيرة لغرض إدارة الشريط بطوله ، حيث تعشق هذه الثقوب مع ترس مسنن ، وهذا الترس يدور أثناء دورانه ، ويحرك الشريط خلال الرأس القارئة للشريط ، وتسمى هذه الثقوب بثقوب التغذية أو ثقوب الإنتقال . ولا يحدث أى لبس بينها وبين ثقوب الشفرة .

الرموز الأبجدية الموجودة في شكل ثنائي BINARY يمكن صياغتها لأغراض التحكم الرقمي بأحد شكلين بديلين وهما :-

1. **الصياغة بطريقة المنظمة الصناعية الإلكترونية :**

ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION

تعرف بالحروف المختصر EIA ، تم ابتكارها في الولايات المتحدة الأمريكية ، واستخدمت بماكينات NC البدائية.

2. **الصياغة بطريقة النظام الإمامي العالمي :**

INTERNATIONL ORGANIZTION FOR STNDARDIATION

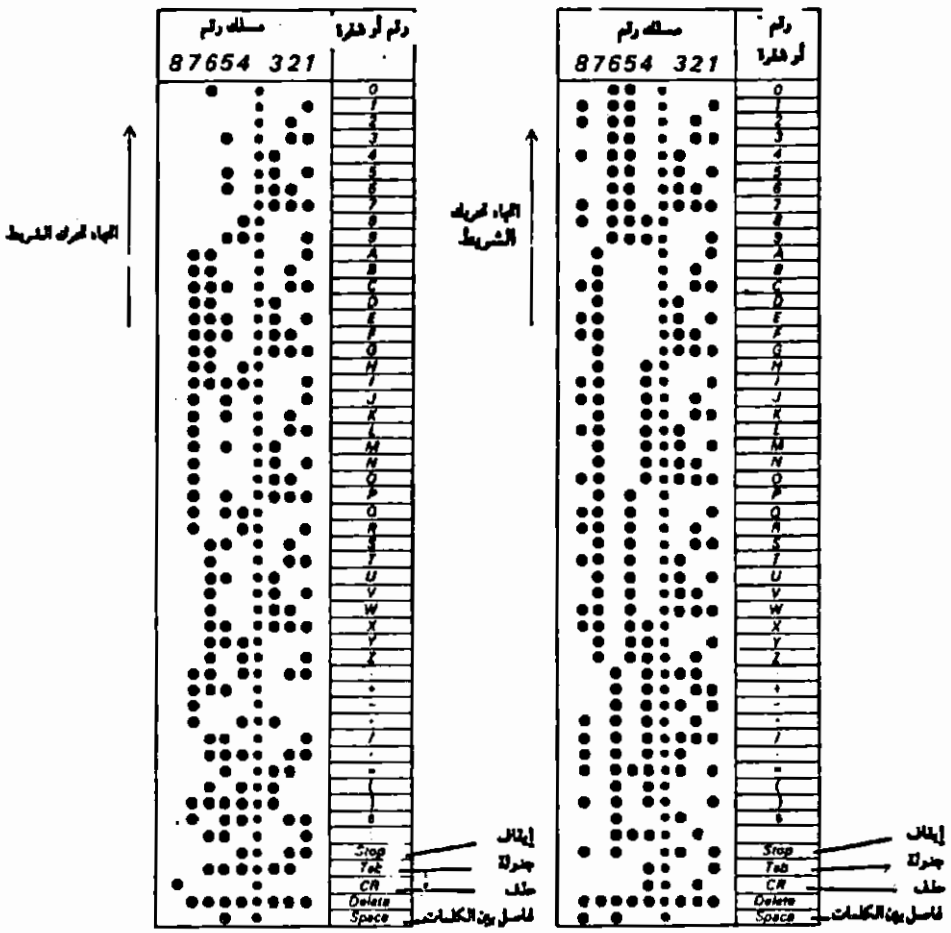
تعرف بالحروف المختصـــرة ISO ، تم إدخال هـــذا النظـــام بالعقد الســـادس من القرن العشرين ، بني هـــذا النظام علي أســـاس النظام القياســـي الأمريكي لتبادل المعلومات AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORM . INTER .. (ASCII)

ولقد لاقى هـذا النظام قبولا كبيراً لتطبيقات التحكم الرقمي لأنه يتمشى أيضًا مع الشريط المثقب الناتج من الحاسبات الإلكترونية وأنظمة الإتصال البعيد .

المسالك الأربعة الأولى للرموز الرقمية مطابقة لنظامي الصياغة كما هو موضح بشكل 7 – 11 ، ولكن الإختلاف يحدث في المسالك الأخرى .. (لاحظ أن الثقب في المسالك الأربعة الأولى والخاص بالحروف A , B , C , D بالتوالي يماثل الثقب في نفس المسالك لرموز الأرقام 1 ـ 2 ـ 3 ـ 4 ... وهكذا . يوجد إختلاف آخر يكمن في إختيار المسلك المستخدم لثقب المساواة ، ففي نـظام الصياغة بطريقـة المنظمة الصناعية الإلكترونية EIL .. يتم إستخدام المسلك رقم 5 .

في نظام الصياغة بطريقة النظام الأمامي العالمي ISO يستخدم المسلك رقم 8 ، ويستخدم ثقب المساواة كحارس أمان ضد حزف أو الثقب الخاطئ لثقب .

وفي نظام الصياغة بطريقة المنظمة الصناعية الإلكترونية EIL .. يجب أن يحتوي كل صف ثقوب يعرض الشريط على عدد فردي من الثقوب ، ويتم عمل ثقب في مسلك المساواة ، كلما دعت الضرورة وذلك للبقاء على التساوي الفردي . وفي نظام الصياغة بطريقة النظام الإمامي العالمي ISO .. يطبق نظام التساوي الزوجي ، ويجب وجود ثقي في المسلك رقم 8 عند اللزوم ، وذلك للحفاظ على العدد الزوجي للثقوب في الصف .



(ب) الصياغة بطريقة ISO . (أ) الصياغة بطريقة EIA.

شكل 7 - 11

مجموعة شفرات للشريط المثقب

(أ) الصياغة بطريقة EIA .

(ب) الصياغة بطريقة ISO .

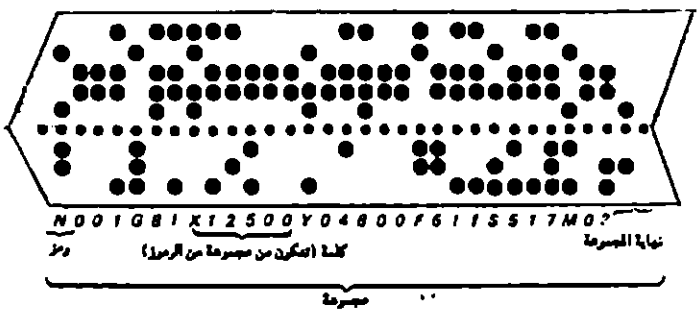
عند قراءة الشريط المثقب بواسطة قارئ الشريط ، فإن أى اختلاف عن العدد الفردي لثقوب كل صف في حالة الشريط الذي يتبع نظام EIL ، أو أى اختلاف عن العدد الزوجي للثقوب لكل صف في حالة الشريط الذي يتبع نظام ISO .. سوف يسبب لإيقاف قارئ الشريط ، وتعطي إشارة إلى الخطأ الموجود في الشريط .

ولتشغيل ماكينات القطع ذات التحكم الرقمي ، فإن التعليمات المكتوبة بواسطة مبرمج الجـــزء تترجم إلي معلومات على الشريط المثقب ، والخط الواحد من التعليمات في برنامج الجزء يناظر مجموعة من المعلومات على الشريط ، ويوضـــح شكل 7 – 12 خطاً من برنامج الجزء ، ويوضح معه مجموعة المعلومات المناظرة له والمثقبة على الشريط .

(أ)

رقم المقطع	وظائف تحضيرية (أوظيفة الإعداد)	إحداثيات X	Y	Z	R	معدل التغذية	وظائف سرعة عصية للمحور	وظائف سرعة مقترحة
N001	G81	12500	Y04900			F611	S517	M03

(ب)



شكل 7 – 12

المعلومات المناظرة على الشريط المثقب

(أ) خط معلومات في برنامج الجزء .

(ب) مجموعة المعلومات المناظرة على الشريط المثقب .

ويلاحظ أن المجموعة تقسم إلى كلمات تمثل عنصراً كاملاً من المعلومات مثل 12500 × وموز . الرمز هو حرف أو رقم ممثل بصف واحد من الثقوب بعرض الشريط .

ثقب الشريط :

TAPE HOLE

يثقب الشريط طبقاً لنظام معين ، وهو النظام الثنائي وذلك لحفظ المعلومات الأساسية (البرنامج) على الشريط ، وهناك نوعان من نظم التثقيب وهما :ـ

1. **النظام الفردي EIA :**

ODD PARITY

يكون عدد الثقوب في كل صف أفقي فردي دائمًا ، وللتحقيق من ذلك يكون عن طريق الصف الطولي رقم 5 (الصف الخامس) لتحقيق الفردية .

2. **النظام الزوجي ISO :**

EVEN PARITY

يكون عدد الثقوب في كل صف أفقي زوجي دائمًا ، وللتحقيق من ذلك يكون عن طريق الصف الطولي رقم 8 (الصف الثامن) لتحقيق الزوجية .

يسمى هـــذين الصفين في النظامين PARITY CHECK .

الشريط المغناطيسي :

MAGENTIC TAPE

الشريط المغناطيسي هو عبارة عن شريط رقيق من البلاستيك مغطى بطبقة من أكسيد الحديد المغناطيسي البني .. قابل للمغنطة . يحتوي الشريط على بقع ممغنطة التي تعبر عن الرقم 1 ، بلا من الثقوب الأشرطة الورقية ، وتكون هذه البقع متجاورة كلما كانت الثقوب متجاورة بالشريط المثقب ، ولكن تقارب البقع المثقبة أكثر . وهذه البقع الممغنطة تبرز القطبية الممغنطة (+ أو –) ممثلة للرقمين (1 ، 0) في النظام الرقمي الثنائي .

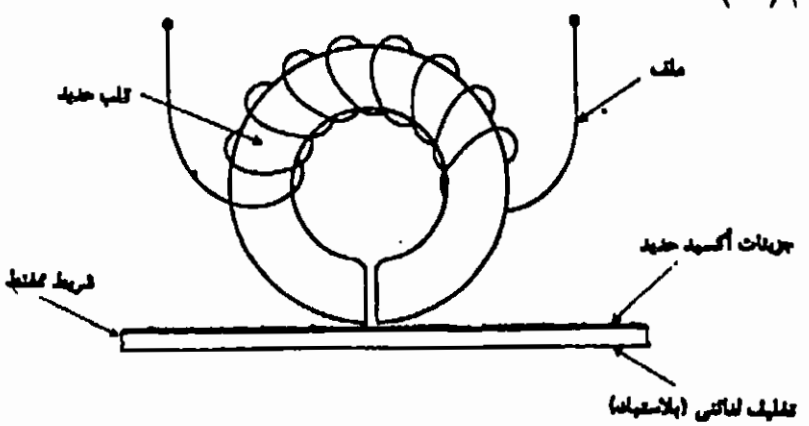
يعتمد مبدأ التسجيل على الشريط المغناطيسي على خاصية المادة الفيرومغناطيسية في الحفاظ على حـــالة التمغنط . يجرى تسجيل النبضات الكهربائية (الرموز الإصطلاحية العددية) على الشريط المغناطيسي نتيجة لتمغنط بعض أقسام الشريط بمساعدة مغانط كهربائية خاصة صغيرة الحجم تسمى بالرؤوس المغناطيسية ، وعند إستعادة الشريط المغناطيسي فإن الإشارة المسجلة عليها بعد مرورها على محلل الرموز الإصطلاحية (جهاز تحليل الرموز الإصطلاحية للبرنامج المسجل على الشريط) ترغم الأجزاء العاملة بالآلة على أن تقوم بالحركات اللازمة لتصنيع القطعة المطلوبة .

يمكن إعادة البرنامج المسجل على الشريط المغناطيسي لتشغيل الآلة لتنفيذ شكل القطع السابق تصنيعها بنفس المواصفات عدة مرات ، كما يمكن نقل الشريط المغناطيسي على شريط آخر .

قارئ الشريط المغناطيسي :

MAGENTIC TAPE READERS

يستخدم قارئ الشريط المغناطيسي لإستبيان مواقع البقع الممغنطة على الشريط ، وذلك بإستخدام حلقة حديدية على شكل حذاء الفرس بحيث تقترب من سطح الشريط ولا تلامسه . عندما تمر بقعة ممغنطة على الشريط أمام هذه الحلقة فإنها تولد بها نبضة كهربائية في الملف الموجود حول الحلقة كما هو موضح بشكل 7 – 13 فتصدر إشارة ممثلة للرقم (1) ، وفي حالة عدم وجود بقع مغناطيسية لا يحدث شيء معبر عن الرقم (0) .



شكل 7 – 13

الرأس القارئة للشريط المغناطيسي

مميزات الأشرطة المغناطيسية :

ADVANTAGES OF MAGNETIC TAPES

تتميز الأشرطة المغناطيسية عن الأشرطة المثقبة في الآتي :-

إمكان تسجيل معلومات كثيرة ونقلها في أطوال محدودة .

السرعة في القراءة .

إلا إنها أكثر تكلفة من الأشرطة الورقية المثقبة .

أجهزة التثقيب :

TAPE EQUIPMENTS

يسمى الجهاز الذي يقوم بتسجيل المعلومات على حامل البرنامج بالمثقب . وهي الأجهزة التي تقوم بتسجيل المعلومات على حامل الشريط . يوجد بكل جهاز تثقيب وحدتان رئيسيتان هما :-

1. وحدة سحب الشريط .. تستخدم في التحرك الدوري للشريط وتثبيته في الوضع الصحيح للتثقيب .

وحدة التثقيب .. تخصص لصنع الثقوب بالشريط .

الأجهزة القارئة :

READING EQUIPMENTS

تخصص الأجهزة القارئة من أجل قراءة البرنامج المسجل على الشريط المثقب ، أو الشريط المغناطيسي ، وهي تعتمد أساساً على الخلايا الضوئية والرؤوس المغناطيسية .

قارئ الشريط :

TAPE READERS

يوجد أنواع للرأس القارئ للشريط المثقب يتصفح المعلومات الموجودة على الشريط بالتتابع والتوالي .. هذا يعني أن يتصفح صفاً واحداً من الثقوب في كل مرة ، ويتطلب إستخدام هذه الطريقة وجود ذاكرة ، أي وسيلة لتخزين مكونات المعلومات وعناصرها حتى يتم قراءة مجموعة بأكملها .

إن الأسلوب البديل لذلك يسمى تفحص المجموعة ، ويتم تفحصها تماماً بحيث تكون جميع المعلومات جاهزة في الحال للتحول إلى نظام التحكم بالمكينة .

يوجد أنواع مختلفة لقارئ الشريط .. فيما يلي عرض لأكثر أنواعه إنتشاراً.

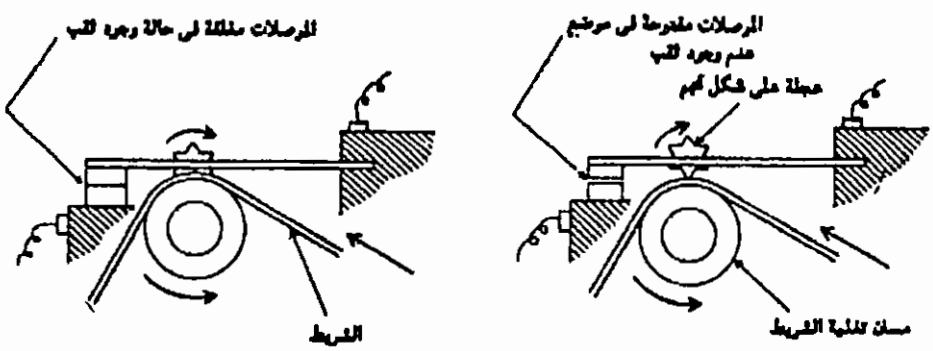
1. قارئ الشريط الميكانيكي الكهربائي :

ELECTROMECHANICAL TAPE READER

من المبادئ الأساسية لقارئ الشريط الميكانيكي الكهربائي ، هـو شعور إبرة العجلة ذات الشـكل النجمي للرأس القارئة حالة عدم وجود ثقب كما هو موضح بالشكل 7 – 14 (أ) فإن الوصلات الكهربائية تظل مفتوحة ، وبالتالي لا تمر إشارة . وعندما تكتشف الإبرة حالة وجود ثقب كما هو موضح بالشكل 7 – 14 (ب) فإن الوصلات الكهربائية تغلق لبدء إرسال إشارة إلى نظام التحكم .

قراءة الشريط التي تعمل على هذا النحو .. تتصفح الشريط بسرعة 20 ــ 120 رمز / الثانية .. تتوقف سرعة القراءة على تصميمها ونوع الشريط ، وحيث أن العجلة التي على شكل نجم تلمس الشريط ، فإنه من الممكن حدوث تلف للثقوب .

عند تكرار قراءة الشريط خلال الرأس القارئة وفي هذه الظروف ، فإنه يفضل إستخدام شريط من البلاستك أو من آخر أكثر جودة .



شكل 7 – 14

قارئ الشريط الميكانيكي الكهربائي

(أ) حالة عدم وجود ثقب .

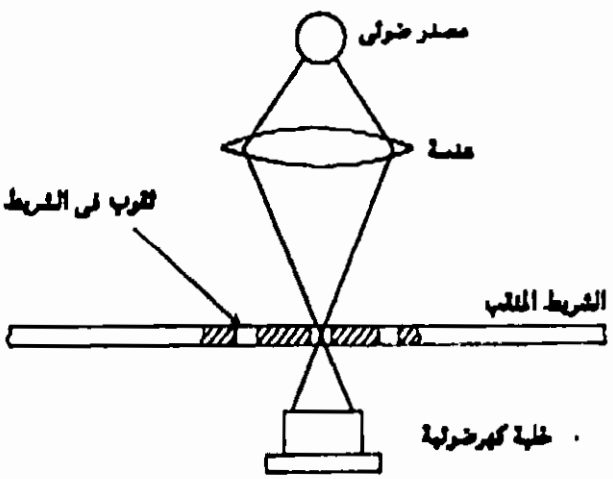
(ب) حالة وجود ثقب.

2. قارئ الشريط الكهربائي الضوئي :

PHOTOELCTRICAL TAPE READER

أساس عمل قارئ الشريط الكهربائي الضوئي المستخدم في قراءة الشريط المثقب والموضح بشكل 7 – 15 هو فحص الشريط المثقب عن طريق شعاع ضوئي مركز ، حيث يمر الضوء من خلال المواضع التي يوجـد بها ثقوب ، ويسقط على خلية ضوئية ، وتحول خلية الطاقة الضوئية التي تستقبلها إلى طاقة كهربائية ، لتحدث نبضات توصل إلى دائرة التحكم .

تصل سرعة قراءة قارئ الشريط الكهربائي الضوئي إلى 300 رمز / ثانية .. هذا يعني أن سرعة القراءة عالية جداً .



شكل 7 – 15

أساس عمل قارئ الشريط الكهربائي الضوئي

المستخدم في قراءة الشريط المثقب

3. قارئ الشريط النيوماتي :

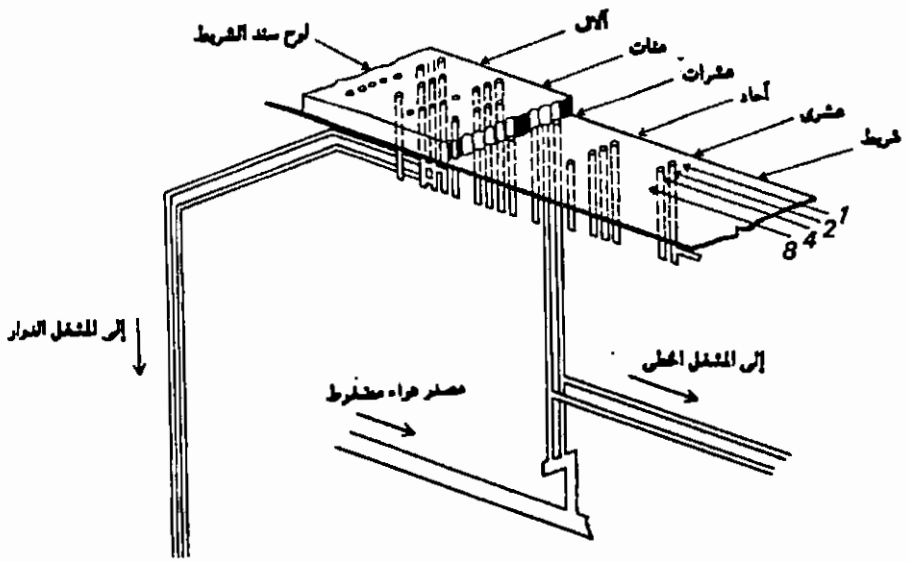
PNEUMATIC TAPE READER

أساس عمل قارئ الشريط النيوماتي الذي يعمل بالهواء المضغوط والمستخدم في قراءة الشريط المثقب والموضح بشكل 7 – 16 هو مرور الشريط بين لوحين أحدهما لوح ساند ، أما اللوح الآخر فإنه يحتوي على نافثات هواء ، تغطي نظام

الثقوب المحتوي داخلها على مجموعة من المعلومات ، وتتم تغذية كل منفث بالهواء المضغوط عن طريق أنابيب إشارة ، حيث يستخدم الهواء المضغوط للاستشعار عن وجود الثقـــوب الموجودة بكل مواضع الشريط من عدمه .

يمر الهواء المضغوط عند وجود ثقب بموضع معين ، الذي يندفع إلى الخارج ليحدث إنخفاض بالضغط ، يؤدي إلى بقاء جهاز التحويل مفتوح . أما في حالة عدم وجود ثقب فإن الهواء المضغوط يظل موجود بأنبوب الإشارة ليحدث إرتفاع كبير بالضغط ، يؤدي إلى غلق جهاز التحويل الموجود بالمشغل .

تصل سرعة قراءة قارئ الشريط النيوماتي الذي يعمل بالهواء المضغوط لقراءة مجموعة من المعلومات محتوية على 20 رمز هي ثلاثة ثواني تقريباً ، علماً بأن محصلة سرعة القراءة وهي 7 رمز / ثانية تعتبر أقل ما يمكن تحقيقه بأنواع أخرى من رؤوس التغذية .. إلا أن سرعة قراءة قارئ الشريط النيوماتي يتلاءم مع تطبيقات التحكم الرقمي بالمنزلقات من نقطة إلى نقطة مثل عمليات الثقب أو التحكم في الحركة الخطية مثل عمليات تفريز الأسطح السطحية .



شكل 7 – 16

أساس عمل قارئ الشريط النيوماتي المستخدم في قراءة الشريط المثقب

مميزات آلات التحكم الرقمي C N C :

ADVANTAGES OF NUMERICAL CONTROL C N C MACHINES

تتميز آلات التحكم الرقمي C N C بعدة مميزات أهمها الآتي :-

1. لا تحتاج إلى مساحة كبيرة لتخزين للمعدات والأجهزة المساعدة .
2. عدم الإحتياج إلى أدوات مساعدة مثل المخانق كما هو الحال بالمخارط ، وأجهزة التقسيم كما هو الحال بالفرايز .
3. التحكم في تشغيل وسرعة عمود الدوران وتوقفه ــ التحكم في مقدار التغذية من خلال المنزلقات ــ إستبدال أدوات القطع ــ سريان سائل التبريد وتوقفه والتحكم في معدل سريانه (بإندفاع أو على شكل رزاز) .
4. خفض زمن الإعداد والتجهيز .
5. تخفيض فترات عدم القطع إلى أقل ما يمكن .
6. التشغيل بأفضل معدل قطع .
7. سرعة الإنجاز .
8. زيادة الإنتاج .
9. الدقة الفائقة .
10. تطابق المنتج مع الشكل والمقاس المطلوب .
11. تخفيض عدد الأجزاء المصنعة المعيوبة .
12. تخفيض زمن الفحص .
13. زيادة عمر الحدود القاطعة .
14. تخفيض التكاليف الكلية للمنتج .
15. التخطيط والبرمجة لمنتج جديد أثناء تشغيل الآلة .
16. سرعة وسهولة تعديل مواصفات المنتج المصنع حسب المواصفات المطلوبة .
17. التحويل السريع من إنتاج دفعة إلى أخرى مخالفة في التصميم .
18. تناسب إنتاج الدفعات الصغيرة والمتوسطة .

عيوب آلات التحكم الرقمي C N C :

DISADVANTAGES OF NUMERICAL CONTROL C N C MACHINES

1. الإرتفاع الكبير في ثمنها .
2. تحتاج إلى سوق يستوعب إنتاجها .