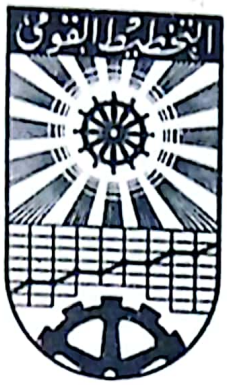
جمهورية مصر العربية




معهد التخطيط القومى

مذكرة داخلية رقم ٣٠٨

# الحاسبات الألكترونية والعمليات التكنولوجية

أعداد

الدكتور / عايز فرج غبربال

مايو ١٩٧٣

القاهرة
طريق صلاح سالم مدينة نصر

## تمهيـــــد :

يستخدم الحاسب الالى فى الكثير من المجالات المتعددة .

ولقد اقتصرت هذه المذكره على محاولة التعرف على استخدام الحاسب الالكترونى فى مجال التحكم فى العمليات لوجيه فى الصناعة وخصوصا فى الصناعات الكيماويـــــة والصناعات الشبيهه ، وذلك نظرا لما لهذه الصناعات من سمات خاصة تميزها عـــــن غيرها من الصناعات الاخرى ، حيث يمكن ان نقول اننا تعرضنا للصناعات التكنولوجيـــة المستمرة .

فاذا كان الهدف المنشود هو محاولة تطبيق الالية التامة فان هناك مراحـــــل تقف امامها ، ويعتمد ذلك على خواص العمليات التكنولوجية زيادة على العقبـــات التى تعترض الاليه التامة .

ولقد خصص الباب الاول لتغطية هذه الصورة ، فى حين عالج الباب الثانـــى التجهيزات والعمليات التحضيريه والحصول على البيانات واهمية الخواص الاستاتيكيـــة والخواص الديناميكية المعبره عن نماذج العمليات التكنولوجية .

اما الامثلة التطبيقية التى تعبر عن المنجزات التى حدثت فعلا فى بلـــــد ان مختلفه فلقد تم تجميعها فى الباب الثالث من مصادر مختلفه ، وبعض العمليـــات التكنولوجية مثل صناعة الصودا حيث كان التركيز عليها ، وخصوصا برج الكربنـــه ثم امثلة اخرى لتكرير البترول والبتروكيماويات ، واخيرا مثال عام لصناعة تكنولوجيـــــة مســـــتمرة .

ولقد حاولت بقدر الامكان ان تخرج هذه المذكره فى صورة سهلة مبسطه بعيـــدا عن التعقيدات التكنولوجية المتخصصه ، حتى يتمكن غير المتخصصين من متابعـــــة ماجاء بهـــــا .

مقدمـــــة :

سبق واشرنا فى المذكرة الداخليه رقم ٣٠١ " الميكنه والاليه والانتاج " الى اهميـــة تزويد او تسليح الادارة بالوسائل التكنولوجية الحديثه والالات الحاسبة الالكترونية . فيلاحظ فى الصناعة عموما ان العمليات الانتاجية تزداد وتتوسع فى ديناميكيتها ، وتتعقد وتكبر فـــى حجمها ، وتتشابك العلاقات فيما بينها ويزداد تأثيرها المتبادل ، وهذا يؤدى الـى صعوبة بل وفى بعض الاحيان الى استحالة عمليات التنبؤ والحسابات المرتبطه بتخطيـــط الانتاج ... وتحقيق العمليات التكنولوجية ... مما يدعو الى استخدام الوسائل الاليـــة فى الانتاج مع ميكنه العمليات الحسابية .

وانه اذا كانت الميكنه قد عملت على تخفيف اعباء العمل الجسمانى للانسان فان علـــى الاليه ان تستكمل هذا الدور وان تعمل ايضا على تخفيف الجهد المبذول فى الاعمال الـــتى تحتاج الى عقل وتفكير الانسان ، وتزيد من انتاجية العمل .

وبزيادة تشبع الصناعة بالماكينات ، فلقد ظهرت الحاجة لخدمة هذه الماكينـــات . وعادة ماتقابلنا فى عمليات الانتاج الكثير من الحالات التى تستدعى عند ميكنه عمل احـــدى العمليات الانتاجية ان تستخدم الاليه فى العمليات الاخرى المرتبطه بهذه العملية . كما وان سرعة العمليات التكنولوجية ، وكبر الحجوم اللازمة للوحدات المنتجة والاجزاء والمجموعـــات ودقه صناعتها تقع كلها خارج مجال الشعور البشرى مما يحتم استخدام الوسائل الاليـــة .(١) هذا فى حين كان يتميز النظام الحرفى القديم بوحدات انتاجية ذات طاقة انتاجية ضئيلة(٢)

نجد على مستوى العملية الانتاجية الصناعية الواحده ان مشكلة التحكم فى العمليات ـ والاجهزة والماكينات الانتاجية المعقده تنحصر فى اختيار اسلوب التشغيل او تسيير العمليـــة التكنولوجية بغرض الحصول على الانتاجية القصوى او تقليل تكاليف الانتاج ... الخ .

---

(١) دكتور فايز فرج غبريال : الميكنه والاليه والانتاج ، مذكرة داخلية رقم ٣٠١ .

(٢) Mantaux, P.
The Industrial Revolution in the Eighteenth century,
London, 1966, p.47.

ان الحاجه لزيادة الانتاج الصناعى قد دعت لضرورة حدوث ثورة حقيقيه ، وتطوير شامل فى عمليات التحكم على كافة المستويات من المعدات الى المنابر الى الاقسام وحتى على مستوى المصنع كلـه .

لقد اتفقنا على ان الاتجاه السائد فى الصناعة هو الى كبر وضخامة حجوم الانتاج وتكثيف العمليات التكنولوجية[1] وهنا يتضح ان التحكم الالى فى هذه العمليات التكنولوجية سيكون قليل الفائدة فى حالة اذا ماتم بالوسائل القديمة التى كانت تتبع مع العمليات التكنولوجية او حجوم الانتاج الاقل منها . فالقائمون على ادارة الانتاج سيجدون انفسهم فى هذه الحالة فى وضع لايحسد ون عليه ، اذ سيكون من الصعب القيام بمتابعة ومعالجة البيانات الكثيرة الخاصة باحوال العمليات التكنولوجية المختلفه ، ثم تحديد المقترحات واتخاذ القرارات اللازمة لحسن سير العمليات التكنولوجية فى الظروف المثلى ، وتشغيل المعدات التى تحتاج للتشغيل وايقاف حركة المعدات التى يجب ان تتوقف عن العمل ، زيادة على فك المعدات بغرض استبدالها بغيرها فى حالة اهتلاكها اوعدم قيامها باداء عملها كما ينبغى . جميع هذه العمليات الفنيه مع غيرها من العمليات الاخرى ستقابل الانسان خلال عمليات الانتاج .

من هنا يبرز دور الالات الحاسبة الالكترونية ( او الحاسبات الالكترونية ، او الحاسبات الاليه ، والتى تسمى خطأ بالعقول الالكترونية ) فى مساعدة الانسان ، بل وانقاذه من هذه الاعمال المرهقه . لانه يمكن وضع برنامج خاص لهذه الحاسبات الاليه فتقوم بمقتضاه بحساب الظروف المثلى لسير العمليات التكنولوجية ، او بالبحث عن الظروف المثلى ثم الحفاظ عليها ، وفى حالة الضرورة فانها تقوم بتشغيل المعدات ، وايقافها عن العمل عند الحاجة ، زيادة على القيام بعمليات اخرى ترتبط بعمليات التحكم الالى .

اذا اتفقنا على تسمية هذه الالات بالالات الحاسبة الالكترونية المتحكمه فى العمليات الانتاجية او بالالات المتحكمه ، ثم اتفقنا ايضا على اهمية وضرورة استخدامها فى العمليات الانتاجية - فان التطبيق العملى للالات المتحكمه واستخدامها فى العمليات الانتاجية سيحتاج

---

(١) نفس المرجع السابق .

قبل البدء فى تنفيذه الى ان تسبقه عمليات تجهيزيه كثيره تقوم بانتشار استخدام اعداد كبيرة من اجهزة القياس ، واجهزة الرقابة ، والاجهزة الاولية التى تقوم بعمليات التحكم الالى المرحلى ، ثم الالات المتحكمة التى تحتوى على عداد ات ، ثم تبدأ تجارب تشغيل استخدام احدى الطرق التى تتبعها الالات المتحكمة لتسيير العملية التكنولوجية .

يلاحظ ان مايسمى بالعمليات الانتاجية المستمرة ، هى التى سوف تستحوذ فى المجال الاول على استخدام الالات المتحكمة لانها بطبيعتها تحتوى على الكثير من اجهزة القياس واجهزة الرقابة والاجهزة الالية المحلية . اما اهم العمليات الانتاجية المستمرة فنجدها فى بعض الصناعات الكيماوية ، والمعدنيه والبتروكيماوية وغيرها . ولذلك فان استخدام الالات المتحكمة فى هذه الصناعات سيكون اسهل نسبيا عن استخدامها فى الصناعات الاخرى ، وهذا لأن أغلب المراحل التي تكون فى مجموعها هذه الصناعات تكون بدورها عباره عن عمليات تكنولوجية مستمرة ايضا .

سنحاول فى هذه المذكرة على مثال تطبيقى لاحدى الصناعات المستمرة توضيح اهمية استخدام الوسائل الالية والالات الحاسبة الالكترونية التى تقوم بالتحكم فى العمليات التكنولوجية مباشرة On Line (١) وما يتطلبه ذلك من مجهودات ضخمة لاعمال تجهيزيه ، ثم النتيجة النهائية لكل هذه العملية . وبما ان الصناعات الكيماوية تتكون عادة من عدة عمليات تكنولوجية متشابكة توثر فى بعضها البعض ، زيادة على ان العملية التكنولوجية الواحدة منها تحتاج بدورها الى عمليات اخرى مساعدة سابقة ولاحقة ، لذلك راينا ان يقتصر الشرح على عملية تكنولوجية واحدة فقط ، مع الاشارة الى بعض الطرق الرياضية المستخدمة لمحاكات العمليات التكنولوجية والبحث عن الحلول المثلى لسير هذه العمليات ثم التحكم فيها .

---

(١) تقول الانسيكلوبيديا السوفيتيه للعلوم التكنيكية الحديثه ان الموزع الالى هو ذلك الجهاز الذى يقوم بطريقة الية بوظيفة الموزع سواء تم ذلك كليا او جزئيا Automatic supervisor- Automation dispatcher. وفى ابسط اعماله يقوم الموزع الالى بتجميع وتسجيل البيانات فقط — وهناك معالجة للبيانات حسب ظروف الصناعة المختاره .

فلقد تم فى اوائل الستينات من القرن العشرين استخدام الحاسب الالى "Argus-200" بمصنع الصودا فى بلدة فليتسوود الانجليزية بشركة Imperical Chemical Industries بغرض التحكم المباشر فى العمليات الانتاجية (١)

ويستخدم هذا الحاسب الالى ٢٠٩ قناه من قنوات البيانات ويعمل على تسجيلها ، كما يقوم بالتحكم فى عمل ٩٠ جهاز . ولقد كانت هناك ثمانية مستويات للتحكم تتصل بمضها عن طريق اللوحات المتدرجة ، حيث يستخدم نحو نصف هذه القنوات لقياس درجات الحرارة بواسطة المقاومات الحراريه Thermoresistances . وبجانب درجات الحراره تقاس ايضا كميات المواد Discharge والضغط ، والرقم الهيدروجينى (٢) ، وتركيز غاز ثانى اكسيد الكربون .

وتجرى العمليات الحسابية لتحديد الوضع المطلوب لمؤشرات ٩٨ جهاز من اجهزة الضبط . وحتي لايكون هناك اثر للتأخير فى قياسات عملية التحكم فانه يجرى قياس وضع كل مؤشر ٢٠ مره فى الثانيه . ويلاحظ ان ٧٠٪ من وقت تشغيل الحاسب يخصص لغرض قياس موضع مؤشرات اجهزة الضبط والتأكد منها ثم تصحيحها عند الضرورة .

يتم خلال عملية التحكم قياس ٩٨ متغير ، ٩٠ وضع لمؤشرات اجهزة الضبط وتعطى تعليمات للتحكم من خلال ٩٠ جهاز . ويجرى ايضا قياس ١١١ قيمة متغيره عن البيانات والاشارات وكذلك حماية الاجهزة . وتقارن كل قيمة من هذه القيم المتغيره التى يجرى قياسها مع اقصى واد نى قيمة لها . فاذا وصلت المتغيرات المقيسه الى قيمها الحديه فانه يجرى طبعها وذلك فى اجهزة الطبع . كما تسجل اجهزة الطبع نشاط العمال ايضا وتعطى كل ساعة ( او حسب الضرورة ) بيانات خاصة بالرقابة على جميع المتغيرات التى يجرى قياسها .

---

(١) Argus computer control system. Instr ment Practice IV, 15, 4,1961

(٢) يقصد بالرقم الهيدروجينى درجة تركيز الهيد روجين فى المحلول ، ويعتبر ذلك مقياسا لتوضيح اذا ماكان المحلول حامضيا او قلويا او متعادلا ويوضح ايضا درجات الحموضة او القلوية .

كما ان وحدة التسجيل تسجل براءات عن كل متغير من المتغيرات مره كل ٤ دقائق وذلك على شريط مغناطيسي . كل ٢٤ ساعة يفرغ الشريط المغناطيسي وتحسب منه البيانات المتراكمة في الحاسب الالي . ويتم في الحاسب الالي ايضا حساب متوسط كل ساعة للمؤشرات التي تقاس كل ٤ د قائق ، ثم يعطى جهاز الطبع ٢٤ مجموعة لعدد ٢٠٩ من النتائج . كما يمكن ايضا استخدام الشريط المغناطيسي لتسجيل المؤشرات الخاصة بأي قناه . وبعد ذلك يرسل الشريط الى الحاسب الالي العام لتحليل سير العملية .

يتمتع هذا النظام الذي يستخدم الحاسب الالي بمزايا عديده تميزه عن نظام التحكم الالي العادي . وبعد استخدام الحاسب الالي لمدة عامين لوحظ عليه عدم الاستجابه في نظام واحد ثلاث مرات . وتم اكتشاف عدم الاستجابة بواسطة برنامج اختبار يتم مره كل ثانيه . وفي حالة عدم الاستجابة فان مخرجات الحاسب الالي تنفصل عن نظام التحكم الالي . وعند انفصال جميع قنوات التحكم يلاحظ ان مواضع مؤشرات اجهزة الضبط ستبقى في مكانها لمدة طويلة ويتم في هذه المدة التحكم يدويا (١).

ولقد ادى استخدام هذا النظام في مصنع الصودا الى تحسين جوده عملية التحكم ، وزيادة معدل سرعة العودة للانتاج الطبيعي بعد حدوث اى انحرافات عن الانتاج الطبيعي (٢).

---

(١) Ferranti A.P.
Argus plant control computer.
Process control and Automation III V. 8,3,1961.

(٢) Groubov V.I. and Others
Industrial Cybernetics. Kiev, 1966.

# الباب الاول

## الحاسب الالكترونى
## والتحكم الالى فى العمليات التكنولوجيـــــة

### مقدمـــــة :

تعتبر الالية التامة اعلى مراحل التحكم الالى فى العمليات الانتاجية ، لانها تقـــوم بالتحكم الالى فى جميع المعدات عن طريق استخدام الالات الحاسبة الالكترونية .

فتعمل الاليه التامة على تسيير العملية الانتاجية فى الظروف المثلى ، كما تعمل ايضـــا على تشغيل الماكينات وايقافها عن العمل ، وفصل الماكينات المعطله ثم فكها لاحـــلال ماكينات جديدة محلهـا .

وزيادة على الوفورات الاقتصادية الكبيرة القيمة التى نحصل عليها عند اجراء الاليه التامة للعمليات التكنولوجية ، فانه يمكن ايضا تخفيف العبء الواقع على العمال من جراء الابخـره والغازات ، والروائح الكريهه ، والظروف الصناعية الصعبه ، وكذلك تحسين الرقابة علـى سير الانتاج والتحكم فى العمليات التكنولوجية .

### مراحل تطبيق الالية التامـــة :

فى حالة تقرير تطبيق الاليه التامة فى الصناعة ، فان ذلك يتطلب المراحل الثلاثة الاتية (١) :

أولا : يتم فى المرحله الاولى استخدام الوسائل الالية للمنشأة كلها ، على ان يتم التحكـــم فيها مركزيا ، اى من حجرة التحكم المركزى التى تحتوى على اجهزة القياس ، واجهـزة التحكم فى اجهزة التنفيذ والاشارات ... الخ .

---

(١) Malinovsky B.N., Groubov V.I.
Problems of Computation Techniques.
Gos TECHISDAT 1961.

ثانيا : يتم فى المرحلة الثانية استخدام الحاسب الالى بدلا من حجرة التحكم او التوزيع المركزى . ويقوم الحاسب الالى بمعالجة البيانات الخاصة بالعملية التكنولوجية ، وبناء على ذلك يعطى التعليمات اللازمة لاجهزة الضبط الالى التى تقوم بالمحافظة على القيم المثلى لاهم متغيرات العملية .

ثالثا : فى المرحلة الثالثة يقوم الحاسب الالى بدلا من حجرة التحكم او التوزيع المركزى وكذلك ايضا بالعمل بدلا من بعض اجهزة الضبط ، اى ان الحاسب الالى يقوم باجراء عمليات التصحيح للخواص الاستاتيكية والديناميكية للعملية التكنولوجية .

## خواص العمليات الكيماوية

من المعروف ان اغلب العمليات الكيماوية تتميز بما يأتى

- انها عمليات تكنولوجية مستمره ابتداء من الخامات حتى المنتج النهائى
- انها عمليات تكنولوجية معقده تتداخل وتتشابك فيها بعض الموازين المادية
- تعتمد بعض العمليات على ماقبلها وما بعدها من عمليات
- كبر حجم الانتاج
- هناك صفات خاصة للسوائل والغازات .

وعلى ذلك فان الانحراف الذى يحدث فى احدى العمليات الصغيره المكونه للعملية التكنولوجية الكبيرة سيؤدى بالتالى لحدوث انحرافات فى العملية كلها . وسيحتاج الامر الى وقت وجهد كبير لاعادة العملية التكنولوجية الى حالتها الطبيعية التى كانت عليها قبل حدوث الانحرافات .

اى ان الانتاج فى صورته الحديثه ومع الثورة الصناعية الثانية وظهور العديد من الاساليب العلمية يدعو الى استخدام الاليه المعقده - والمقصود بذلك هنا هو استخدام التحكم الالى فى اهم العمليات المكونة للعملية التكنولوجية .

(١) Bright, J.
Automation & Management
Boston, Harvard University, 1958, p. 83.

## التحكم المركـــزى

تقوم حجرة التحكم او التوزيع بمراقبة عمل القسم او المنبر الالى وذ لك من واقع مؤشـــرات اجهزة الرقابة المركزيـــة •

اما عملية التنسيق بين عمل جميع الاقسام والمنابر فيجب ان تقوم بها حجرة التحكم المركزى او التوزيع المركزى • حيث توجد فى هذه الحجرة لوحة عامة تحتوى على اجهزة الرقابة المسافيـــة والتى تعبر عن حالة كل قسم ومنبر ، وكذ لك ايضا اجهزة قياس كميات الخامات والمخزون منهـــا ومن الوقود والمواد والمياه والابخره والطاقات الكهربائية ••• الخ •

لذ لك نرى ان اجهزة التسجيل الا ليه لمؤشرات اجهزة القياس والاشارات المعبره عـــن ظروف العمل الغيرطبيعية للمعدات التكنولوجية سوف تساهم مساهمة كبيرة فى حجرة التحكـــم او التوزيع المركـــزى (١)

يمكن تطوير العمليات التكنولوجية عن طريق زيادة معد ل تحويل المواد الد اخلة فـــى التفاعل الى منتجات نهائية ، او عن طريق زيادة كميات المواد التى تجرى معالجتها • الا انـه سيكون هناك تضارب بين انتاجية المعدات وبين ذ لك حيث ان تحميل المعد ات الى اكثر مـــن حد معين سيؤدى الى نقص معد ل ( او معامل ) استخد ام الخامات ، وبالعكس فان الحاجة لزياد ة درجة تحويل المواد المتفاعلة سيؤدى الى ضرورة زيادة الزمن اللازم لمعالجة المواد فى المعد ات وتقليل تحميلهـــا •

وهكذا تظهر اهمية معرفه العلاقة الكمية بين هذ ه العوامل لانها ستمكن من الحصول على الظروف التكنواقتصادية المثلى لكل عملية • الا ان القيمة المثلى هذه لاتكون ثابته بل تتغـــير طبقا لظروف العمليات وتركيب المواد المتفاعلة ، ونشاط الحافز ، وحالة المعدات •• الخ •

---

(١) Jakobson B.M. Automation in Chemical Industries OKBA 1959, 2

اى ان جوهر المشكلة الرئيسية للتحكم الالى فى العمليات التكنولوجية ينحصر فى الحصول على الظروف التكنولوجية المثلى التى تضمن التوصل الى اقصى انتاج بالجوده المطلوبه ، وباقل تكاليف ممكنه لتجهيز هذا الانتاج فى ظل ظروف العمل المناسبة للعمال .

هذا العمل سيكون عبئا ثقيلا سواء بالنسبة لحجرة التحكم فى عمل القسم والمنبر او فى حجرة التحكم والتوزيع المركزية . فكيف اذن على من يقوم بذلك العمل ان يحسب الاعداد الكثيرة من المتغيرات والعوامل المحدده لظروف عمل المصنع ، ثم يحسب منها الحسابات التكنو اقتصاديه للحصول على الظروف التكنولوجية المثلى .

والمرحلة التاليه فى مراحل تطور الالية فى الانتاج هى مرحلة انتشار استخدام الحاسبات الالية المتصله باجهزة الرقابة والقياس والضبط وبحيث تكون معها فى مجموعها نظاما واحدا للتحكم لايحتاج لحجرات التوزيع المحليه الخاصة بالاقسام ، وسيؤول عمل الموزع الرئيسى الى وضع برامج للانتاج . وهذا هو ما نقصد به الاليه التامة للانتاج .

وتجدر الاشارة هنا الى ان مجمع الحديد والصلب ينشىء فرنين عاليين سعة الواحد ١٠٣٣ متر مكعب ثبت تشغيلهما بكفاءة عالية فى عدة مصانع بالعالم وهما مجهزين لامكان تشغيلهما فى المستقبل بواسطة الحاسب الالكترونى (١)

## عقبات امام الالية التامة

من بين اهم العقبات التى تقف امام الانتقال الى الاليه التامة فى الانتاج نجد الاتى :

- ان الاستعداد الرياضى والمعلومات الرياضية لاتسعف المهندسين والفنيين لكى ينتقلوا للعمل بالحاسبات الالية ،
- لم تتم بعد دراسة العمليات التكنولوجية فى الصناعة باعتبار انها اهداف للتحكم الالى ،
- عدم وجود وصف رياضى لاغلب العمليات التكنولوجية ،

(١) مجمع الحديد والصلب ، خطة تنمية اقتصادية واجتماعية متكاملة ، الجهاز التنفيذى للهيئة العامة لتنفيذ مجمع الحديد والصلب ، ص ٢١ .

- لم يتم بعد تجهيز معدات الانتاج بما يكفيها من اجهزة الرقابة والقياس والوسائل المادية للالية ،
- عدم وجود عدادات تتناسب مع جوده اجهزة التحكم واشاراتها ،
- عدم وجود عدادات لكثير من مؤشرات الجوده للعمليات التكنولوجية ( تقوم مثلا بتحاليل المخاليط التى تتكون من مكونات كثيره ، او بتحديد تركيز المحاليل ، ... الخ ) ، وذلك بخلاف الصمامات الاخرى .

# الباب الثانى

## التجهيزات والعمليات التحضيرية

مقدمة :

تحتاج عملية التحكم الالى فى العمليات التكنولوجيه الصناعية او الوحدات الانتاجية الى وسائل تكنيكية متعدده وتختلف حسب الهدف الذى يجب تحقيقه باستخدام نظام التحكم الالى .

ابسط عمليات التحكم الالى تعتبر عملية الاحتفاظ بثبات قيمة احد متغيرات العمليات التكنولوجية مثل درجة الحراره ، وتأتى بعد ذلك عملية او طريقة التحكم الالى باستخدام برامج محدده ، او برامج تتعقب قيم المتغيرات . وبالرغم من ان هذه العمليات ستخفف العبء الواقع على العامل ، الا انها تترك له ان يقوم بالوظائف المنطقيه للتحكم فى الوحدات المختلفه .

كفاءة عمل هذه الوحدات المختلفه ، وانتاجيتها ، وجوده المنتجات التى تنتجها ، ومايتم استخدامه من مستلزمات الانتاج ، والطاقة - ذلك كله سيتحدد بناء على أسلوب العمل الذى يحدده العامل . وسيكون هذا الاسلوب قريبا من اسلوب التشغيل الامثل وسيعتمد ذلك على مهارة وخبره وتجربه واحيانا على احساس وشعور العمال الذين يحددون اسلوب التشغيل .

الا ان اتجاه تطوير العمليات التكنولوجية من ناحية ، وزيادة حجوم الانتاج من ناحية اخرى يبين انه لكى تتم عملية التحكم بنجاح سيحتاج الامر الى استخدام الكثير من المعلومات والبيانات المعبره عن خصائص العملية التى تجرى فى هذه الوحده . ففى عملية تكرير البترول نجد ان القرار الذى يتخذ لاجراء تغيرات فى اشارات التحكم الالى يبنى على اساس البيانات التى تؤخذ من ٢٢٠ عداد ومبين للحراره والضغط وكميات المواد ونوعية المنتجات . كما يجب ان تؤخذ ايضا فى الاعتبار التحاليل المعمليه التى تتم دوريا ، مع مراعاة الاوامر والاولويات التى تضعها الادارة (١)

(١) Groubov V.I. Chemical Industries 1963, I.

وعلى ذلك فان اختيار الاسلوب الامثل لعمل الوحده فى هذه الحاله تحت ظل الظروف التى تتغير باستمرار سيكون مشكلة كبيرة يصعب على الانسان ان يتابعها لاتخاذ قرار فيها • مثل هذه الوحدات التكنولوجيه المعقده فى الصناعات الكيماوية ، والبتروكيماوية ، والمعدنية ، ومايشابهها ستكون عند التحكم فى عملها بعيده عن التحكم الامثل • والنتيجة هى ان كفاءة عمل هذه الوحدات ستقل ، بل قد تظهر اخطار خلال العملية الانتاجية ، ومن هنا تظهر الاهمية القصوى للوسائل والاساليب التى تتبع لزيادة كفاءة الوحدات الانتاجية ، وخصوصا الالات الحاسبة الالكترونية •

## نماذج العمليات التكنولوجية :

تسبق الميكنه والاليه التامة للانتاج بحوث تجهيزية وتحضيرية كثيرة على معدات الانتاج وخصوصا البحوث الخاصة بالوصف الرياضى لاستاتيكية وديناميكية العمليات التكنولوجية •

فالوصف الرياضى للاستاتيكية يشتمل على معادلات الخصائص الاستاتيكية وعلاقات الاتزان والقيود لهذه العمليات وذلك حسب امكانيات المعدات وظروف التشغيل • ويتم الوصف الرياضى على اساس ميزان المواد وميزان الطاقة للصناعة المقترحه ، وكذلك لوحداتها المختلفة ، ولظروف تشغيل المعدات المستخدمة ، واذا جرى ذلك خلال فترات مختلفه فى اليوم او الشهر او فى العام ، فانه سيعطى صورة اوضح تسمح بدراسة تغير هذه الصفات بالنسبة للزمن مما يساعد امكانية تصحيح النموذج الرياضى للعملية •

اما الوصف الرياضى لديناميكية العمليات التكنولوجية فيمكن الحصول عليه من خلال الطرق الطبيعية ( مثل طريقة الذبذبات ) او بالطرق الاحصائية على اساس بيانات التشغيل العادى لهذه الوحدات •

## الحصول على البيانات

تحتوى كل عملية من العمليات التكنولوجية على عدد من المتغيرات الخاصة بها ، ويجب ان يحدد هذا العدد من المتغيرات ثم تؤخذ بيانات عن هذه المتغيرات خلال فترة

زمنيه محدد ه • وهذه البيانات يمكن الحصول عليها عن طريق الاتـى :

أ - تسجيلات مؤشرات اجهزة القياس المثبته على المعدات

ب - معالجة الخرائط المسجله على اجهزة القياس

حـ - تجميع وتسجيل البيانات بواسطة جهاز التسجيل الرقمى •

فى الحالة الاخيره يتم فى خلال فترة زمنيه محدده تسجيل مؤشرات اجهزة القيـــاس ( المعدات ) فى جهاز التسجيل ، ثم تحول من صورتها المستمره الى الصورة الرقمية ، ثم تقاس وتطبع فى جهاز الطبع او ترسل مباشرة الى الحاسبات الالكترونية •

## الطرق الاحصائيـــة

### الخواص الاستاتيكيـة

الخواص الاستاتيكية للوحدة التى نريد التحكم فى عملها اليا هى عباره عن العلاقه بـــين قيم مخرج هذه العمليه وقيم المدخل فى الظروف العاديه Steady state هذا وتسمح قيم الخواص الاستاتيكية بالتحديد النهائى للمتغيرات الضرورية ومراكز التحكم الالى لتثبيـــت وضبط واجراء الرقابه على العمليات التكنولوجية(1) ومن المسلم به ان ذلك سيختلف بالنسبة لمختلف القطاعات الصناعية ، حيث ان لكل قطاع السمات الخاصة به •

ويلاحظ عند دراسة بعض الحالات انه يمكن التعبير عن بعض العمليات التكنولوجيـــة بعلاقات محدده تماما بين المخرجات والمدخلات وذلك على الصورة الاتيـة :

$$y = f(x)$$

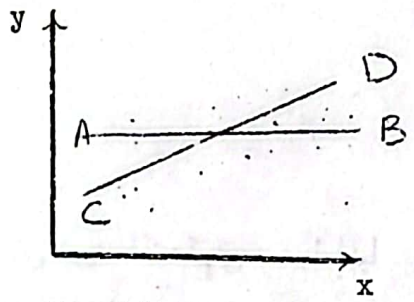
$$\text{or} \quad x = (y)$$

---

(1) Lossievsky V.L., Pliskin L.G.
Automation of continuous technological processes
Moscow 1960.

الا انه فى بعض الحالات الاخرى لاتكون هذه العلاقة محددة تماما ، اذ ان كل قيمة من قيم المتغير x ستناظر مجموعة ما من قيم المتغير الاخر y ، وبحيث ان توزيع y يتغير بطريقة محددة تبعا لتغير قيم x • وسنسمى مثل هذه العلاقة بالارتباط • Correlation

نفرض ان $\bar{y}$ هى القيمة المتوسطة المناظرة لقيمة x حيث ان العلاقه بين القيمة المتوسطة للمتغير وبين المتغير تعبر عن الانحدار




شكل تشتت الملاحظات

لذ لك نجد للخط AB ان

$$\bar{y} = ax + b$$

وهى معادلة خط انحدار y على x

ويتم رسم هذ ا الخط بحيث ان مجموع المربعات لجميع النقط البعيده عنه ( موازية للمحور الرأسى ) تكون اقل مايمكن اى اقل من ذ لك المجموع لاى خط اخر •

ولذ لك فان جميع قيم y المأخوذه من خط الانحدار ستعبر عن اكبر ارتباط مع القيم المأخوذه من التجارب •

وللخط x على y ( الخط المستقيم CD ) نجد ان

$$\bar{x} = y + d$$

وعموما نجد ان $\bar{y} = f(x)$

$\bar{x} = \varphi(y)$

اى انه اذا لم تكن لدينا علاقة محدده بين كل من $x$ , $y$ فاننا نلجأ الى مفهوم أقصى قيمه احتماليه للمتغير $y$ بين مجموعة قيمها المأخوذه من التجارب •

ومؤشر هذه العلاقة — او معامل الارتباط $r$ — يعبر عن درجة العلاقة الخطية بين $x$ , $y$

وعادة ماتكون قيمة معامل الارتباط اقل من الواحد الصحيح • اذا كانت قيمة معامل الارتباط تساوى صفرا فان هذا يعنى عدم وجود ارتباط خطى ، وان المستقيمات تكون موازيه المحاور $Ox$ , $Oy$ •

واذا كان معامل الارتباط يساوى الواحد الصحيح فاننا نجد علاقة خطيه ( حيث تنطبق خطوط الانحدار على بعضها ) •

اذا كانت $\bar{x}$ , $\bar{y}$ تعبر عن الوسط الحسابى لقيم المتغيرات ، فان الانحراف عن المتوسطات سيكون كالاتى

$$x_i = X_i - \bar{X}$$

$$y_i = y_i - \bar{y}$$

ومربع الانحراف المعياري

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{x_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{X_i^2}{n} - \bar{X}^2}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{y_i^2}{n} - \bar{y}^2}$$

حيث $\sigma$ هو الانحراف المعياري

ويتحدد معامل الارتباط كالاتى

$$r = \frac{\sum x_i y_i}{n \sigma_x \sigma_y} = \frac{n \sum X_i y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{[n \ x_i^2 - (\ X_i)^2][n \ Y_i^2 - \ y_i]}}$$

باستخدام علاقة $r$ يمكن تحويل معادلات الارتباط الخطيه الى الصورة :

$$y - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (X - \bar{X})$$

$$X - \bar{X} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (y - \bar{y})$$

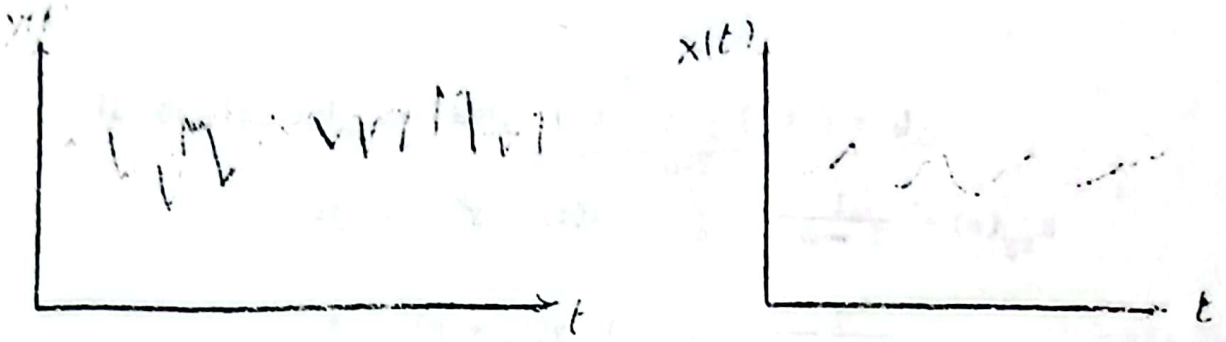
المعاملات $r \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$ , $r \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ تحدد ميل خطوط الانحدار وتسمى بمعاملات انحدار $y$ على $x$ ، انحدار $x$ على $y$ .

اذا كانت الحالة التى ندرسها اكثر تعقيدا من هذه الحاله ، اى عند ما يزداد عدد المتغيرات التى ترتبط فيما بينها ، فانه يصعب الحصول على الخواص الاستاتيكية ، ولذلك فان استخدام الطرق العاديه للحصول على هذه الخواص سيكون من الصعب بمكان وذلك نظرا لصعوبة التجارب التى تجرى على المصدات اثناء ظروف تشغيلها ، ولذلك فان الامر يستدعى ضرورة استخدام طريقة أخرى .

الخواص الديناميكية :

فى اغلب انظمة التحكم الالى التى تستعين فى عملها بالحاسبات الالكترونية جرت العاده ان تستخدم طرق الاشلية الاستاتيكية للعمليات التكنولوجية . ويجب فى هذه الحاله معرفة فترات التأخير وفترات او أزمنه الانتقال اللازمة لتقييم عمل الحاسبات الالكترونية . وهذه الازمنه يمكن تحديدها عمليا او بواسطة الطرق الاحصائية .

وعند تسجيل المتغيرات يكون لدينا جرام تسجيل المتغيرات المستمره شكل الذبذبات العشوائية حول متوسط القيم الثابته والتى عادة ما تكون قريبه من شكل العملية العشوائية العاديةrandum stationary process وذلك كما هو موضح فى الاشكال الاتية :



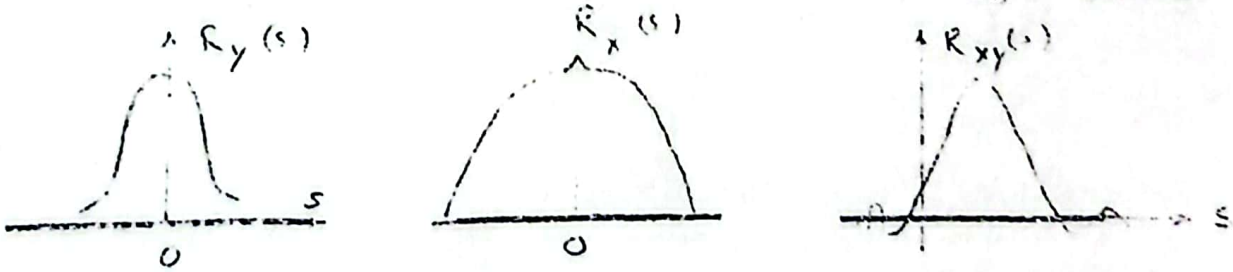

وتكون دالة الارتباط R هى المتوسط الزمنى لحاصل ضرب القيم العشوائية x(t+s) و x ( t ) للعملية العشوائية فى اى فترتين زمنيتين يفصل بينهما الزمن S (١)

ويمكن حساب هذه الدالة بسهوله وذلك من المنحنيات التى ترسم للعملية اثناء التشغيل . فيمكن للعمليه العشوائيه x ( t ) ان نحسب طوال الفترة الزمنيه T

$$R_x(S) \simeq \frac{1}{T-S} \int_0^{T-S} x(t)\, x(t+S)\, dt$$

$$\simeq \frac{1}{T-S} \sum x(t_i)\, x(t_i + S)\, \Delta t$$

دالة الارتباط R تكون متماثله حول المحور الرأسى ولذلك عادة مايرسم نصف الدالة فقط عند $S \geq 0$




(١) Popov E.P.,
Automatic Regulation and control. Moscow 1961.

اذا كانت العمليتان متد اخلتان ( t ) y و ( t ) x فان

$$R_{xy}(s) \approx \frac{1}{T-S} \int_{o}^{T-S} x(t)\ y(t+s)\ dt$$

$$\approx \frac{1}{T-S} \sum x(t_i)\ y(t_i + s)\ \Delta t$$

وتحسب هذه الدوال على الحاسبات الاليه اوعلى اجهزة خاصة تسمى كوريلوجراف .

# الباب الثالث

## أمثلة تطبيقية

### أولا : صناعة الصودا

مقدمة :

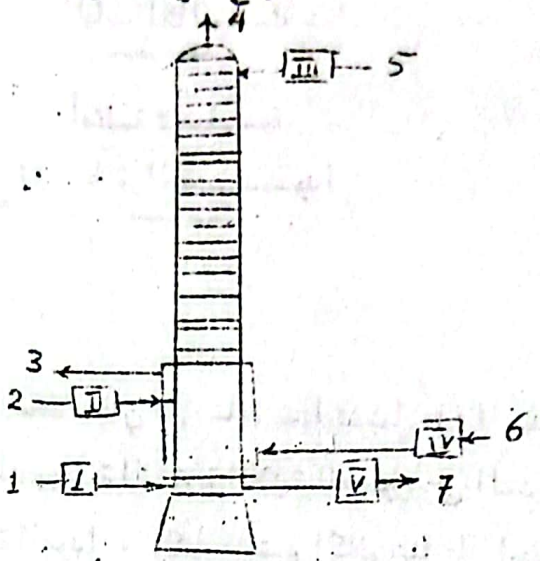
تتميز الصناعات الكيماوية المختلفه بان كل صناعة منها تشتمل على العديد من العمليات الكيماوية الموحدة والعمليات الطبيعية المشتركة اللازمة للحصول على المنتج النهائى الواحد ويستوى الامر ايضا بالنسبة لصناعة الصودا ، ولكنا سنقتصر الكلام هنا على احدى العمليات الكيماوية وهى عملية ترسيب البيكربونات .

تتم عملية الحصول على البيكربونات فى برج التفاعل او برج الترسيب وتنحصر المواد الداخله فى التفاعل فى الاتى :

محلول ملحى يحتوى على ملح الطعام والامونيا يدخل من اعلى البرج ، غاز ثانى اكسيد الكربون ويدخل من اسفل البرج .

والمنتج المطلوب من هذه العمليه هو بيكربونات الصوديوم ، التى تترسب عند تفاعل الغازات المتصاعدة مع المحلول المتساقط فى البرج .

النموذج الرياضـــى




مدخلات ومخرجـــات
عملية الكربنه
بـرج الترســـــيب

عند د راسة النموذج الرياضى لأستاتيكية عملية الكربنه فى انتاج الصودا فان الامر يقتضى القاء الضوء على مزيد من تفاصيل هذه العملية •

وهنا نجد انه يدخل من الجزء العلوى بالبرج تيار من محلول ملح الطعام الامونيومى(١) وذلك من خلال المدخل رقم ٥ •

اما الغازات الداخله من اسفل البرج فتدخل من الفتحتين ١ ، ٢ وهى غـــازات تحتوى على ثانى اكسيد الكربون • وتخرج الغازات بعد التفاعل من اعلا البرج من الفتحـــه رقم ٤ •

وهناك ايضا عملية مساعدة تتلخص فى تبريد برج التفاعل بواسطة مياه التبريد الـــتى تلف خارج الجزء السفلى للبرج وتدخل من مدخل مياه التبريد رقم ٦ وتخرج من مخـــرج مياه التبريد رقم ٣•

---

(١) M.B. Zelikin and Others Production of Calcinated soda, Moscow 1959.

المنتج المطلوب من هذه العمليه وهو عباره عن بيكربونات الصوديوم فيترسب فى صـــــورة معلق ويخرج من الفتحه السفلى رقم ٧ •

لكى نحافظ على سير العمليه التكنولوجية التى تتم فى برج التفاعل فان الامر يحتاج الى استخدام اجهزة التحكم الالى الاتيـة :

I — جهاز للتحكم الالى فى كمية الغازات التى تسرى من المدخل الاول

II — " " " " " " " " " " الثانى

III — " " " " مستوى محلول الملح الامونيوى فى البرج والذى يؤثر بدوره على سريان هذا المحلول •

IV — " " " " درجة حرارة معلق البيكربونات ويؤثر بدوره على كمية مياه التبريد اللازمـة •

V — " " " " كمية البيكربونات التى تسحب من البرج •

احد المؤشرات الهامة الخاصة بهذه الصناعة هو مايسمى بمعامل استخدام الصوديـوم $U_{Na}$ الذى يبين نسبة الصوديوم الداخل فى البرج مع محلول الملح الامونيوى والتى تتحول الى البيكربونات وتسحب مع المعلق • وتصل قيمة هذا المعامل نظريا الى ٨٤ ٪ ، فى حـين تتراوح قيمته عمليا بين ٧٢ — ٧٤ ٪ لتصل فى بعض الاجهزة الى ٧٥ ٪ •

ولقد تم فى الاتحاد السوفيتى وضع بديلين للنموذج الرياضى لاستاتيكية عمليه ابـــــرلج الترسيب فى انتاج الصودا[١،٢] •

---

(١) Potrashbov V.E., Tutunibov. A.B. Automation of chemical production OKBA Moscow 1961, 3.

(٢) Tutunibov A.B., Potrashkov V.E. chemical Industry 1961, 8.

كما تم الاهتمام بالعلاقات الرياضية الاتية

الرقم الهيدروجينى للبيكربونات = د ( كمية ثانى اكسيد الكربون الممتصه / كمية الامونيا الداخلة )

تركيز ثانى اكسيد الكربون ، د رجة حرارة البيكربونات )

درجة كربنه المعلق = د ( الرقم الهيدروجينى ، د رجة حرارة البيكربونات )

معامل استخدام الصودا يوم = د ( تركيز الامونيا ، درجة الكربنه ، تركيز الكلور ، درجة حرارة المعلق )

وغير ذلك من العلاقات الاخرى .

## التحكم الالى فى العمليـة التكنولوجيـــة

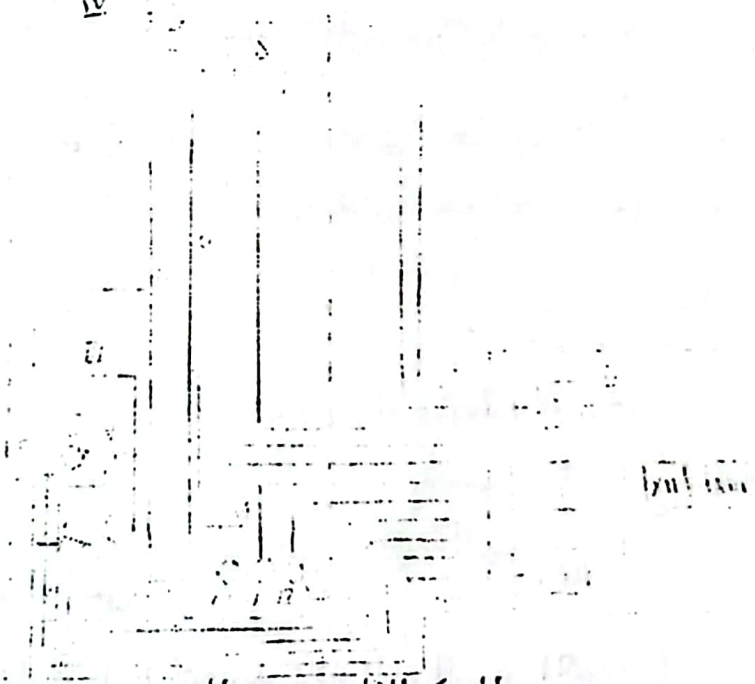
تنحصر العمليه التكنولوجية فى عملية الحصول على البيكربونات ولذ لك نفترض ان المتغيرات التى ستتحكم فى قيمها هى $Q_1$ , $Q_2$ , $L_c$

حيـث :

$Q_1$ - كمية الغازات التى تسرى فى المد خل الاول

$Q_2$ - " " " " " " الثانى

$L_c$ - كمية البيكربونات الناتجه من التفاعل والخارجة من العـداد رقم ١١



التحكم الالى فى برج الترســـــيب
باستخدام الحاسب الالـــى

عند استخدام الحاسب الالكترونى فان الامر يحتاج الى ان تتكون العملية مـــن جهازين كبيرين ، على ان يشتمل كل جهاز منهما على اجهزته الخاصة به .

أ - جهـاز التفاعـــل

ويشتمل بدوره على الاجهزة الخاصة بما يلى

I المدخل الاول للغازات

II المدخل الثانى للغازات

III مخرج مياه التبريـد

IV مخرج الغازات من البرج

V مدخل محلول الملح الامونيومى

VI مدخل مياه التبريد

VII مخرج معلق البيكربونات

ب - جهاز التسجيل الرقمى

ويشتمل بدوره على الاجهزة الاتيـة

IX اجهزة الرقابة الاليـــة

X اجهزة تكبـــير

XI مفاتيح ( ريليـه )

XII لوحة القيـاس

XIII جهاز تلغرافى لنقل البيـانات .

وتكون الاجهزة المستخدمة كالاتـى :

١- جهاز تحليل الغازات للمدخل الاول ( لتحديد تركيز ثانى اكسيد الكربون )

٢- جهاز لقياس كمية الغازات فى المدخل الاول $Q_1$

٣- جهاز تحليل الغازات للمدخل الثانى ( لتحديد تركيز ثانى اكسيد الكربون )

٤- جهاز لقياس كمية الغازات فى المدخـل الثانى $Q_2$

٥- جهاز لقياس درجة حراره الغازات الخارجة من البرج $t_{og}$

٦ - جهاز تحليل الغازات الخارجة من البرج ( لتحديد تركيز ثانى اكسيد الكربون )

٧- جهاز لقياس درجة حرارة المحاول الملحى الداخل للبرج $t_i$

٨ - جهاز لقياس الرقم الهيد روجينى للمحلول الملحى الداخل للبرج $pH_i$

٩ - جهاز لقياس درجة الحراره فى وسط البرج $t_m$

١٠ - جهاز لقياس درجة حرارة معلق البيكربونات على مخرج البرج $t_{ob}$

١١- جهاز لقياس كمية معلق البيكربونات على مخرج البرج $L_c$

١٢- جهاز لقياس الرقم الهيد روجينى لمعلق البيكربونات على مخرج البرج $pH_o$

من هذا يتضح انه سيتم التحكم فى كميات الغازات الداخله الى برج التفاعل وكذلك فى كمية المعلق الذى نحصل عليه من البيكربونات . فى حين ان المتغيرات الاخرى مثل تركيز ثانى اكسيد الكربون فى المدخل الاول والثانى للغازات ومخرج الغازات ، ودرجة الحرارة للمتغيرات المختلفه ، والرقم الهيدروجينى للمحلول الملحى وللبيكربونات فلا يتم التحكم فيها .

هذا المثال البسيط يجب ان توضح له علاقه بين مؤشرات اجهزة الرقابة وبين بيانات جهاز الطبع . وهذه العلاقه ستكون معقده ، الا انه يمكن تقريبها الى علاقة خطية .

## الخواص الاستاتيكية

تربط الخواص الاستاتيكية فيما بين متغيرات كثيره ، ويمكن افتراض معادلات الخواص الاستاتيكية فى الصورة الاتيـة :

$$pH = f_1 (k, Q_1, Q_2 , C'_{co_2} , C''_{co_2} , t_{ob} , t_i , R_H, C^i_{NH_3})$$

$$U_{N_a} = f( k , Q_1 , Q_2 , C'_{co_2} , C''_{co_2} , t_{ob}, t_i R_H, C^i_{NH_3})$$

حيث

p H - وحدات الرقم الهيدروجينى التى تحدد تركيز ايون الهيدروجين وهى مؤشر لتحديد اتمام التفاعل

$U_{Na}$ - المعامل المئوى لاستخدام الصوديوم

$Q_1$ - كمية الغازات المركزه الداخله للبرج فى المدخل الاول م٣/ ساعه

$Q_2$ - " " " " " " الثانى م٣/ ساعه

$C'_{co_2}$ - تركيز ثانى اكسيد الكربون فى غازات المدخل الاول بالحجم %

$C''_{co_2}$ - " " " " " " " الثانى " "

$t_i$ - درجة حرارة الملح الامونيوى °م

$t_{ob}$ - " " معلق البيكربونات °م

$C^i_{NH_3}$ - تركيز الامونيا فى الملح الامونيوى الداخل للبرج

$R_H$ - درجة كربنه ( اتمام تفاعل ) الملح الامونيوى الداخل للبرج %

$k = \frac{G_{co_2}}{G_{NH_3}}$ نسبة كمية ثانى اكسيد الكربون الداخل للبرج الى كمية الامونيا الداخله للبرج .

وعند التقريب الاول نفترض ان العلاقه تكون خطيه ، أى أن

$$pH = a \triangle k + b \triangle Q_1 + C \triangle Q_2 + d \triangle C'_{co_2} + e \triangle C''_{co_2} + f \triangle t_{pp} + g \triangle t_i + h \triangle R_H + i \triangle C^i_{NH_3}$$

$$U_{Na} = a \triangle k + b \triangle Q_1 + C \triangle Q_2 + d \triangle C'_{co_2} + e \triangle C''_{co_2} + f \triangle t_{ob} + g \triangle t_i + h \triangle R_H + i \triangle C^i_{NH_3}$$

ولتسهيل هذه الرموز نفترض ان

$$\Delta k = k - \bar{k} = x \; ; \qquad \Delta Q_1 = Q_1 - \bar{Q}_1 = y \; ;$$

$$Q_2 = Q_2 - \bar{Q}_2 = Z \; ; \qquad C'_{co_2} = C'_{co_2} - \bar{C}^{1}_{co_2} = p \; ;$$

$$C''_{co_2} = C''_{co_2} - \bar{C}''_{co_2} = q \; ; \qquad \Delta t_{ob} = t_{ob} - t_{ob} = t$$

$$t_i = t_i - \bar{t}_i = m \; ; \qquad \Delta R_H = R_H - \bar{R}_H = n \; ;$$

$$C^{i}_{NH_3} = C^{i}_{NH_3} - \bar{C}^{i}_{NH_3} = r$$

ونحصل بذلك على المعادلتين الاتيتين :

$$p\,H = ax + by + CZ + dp + eq + ft + gm + hn + ir$$

$$U_{N_h} = ax + by + CZ + dp + eq + ft + gm + hn + ir$$

بعد ذلك تحسب معاملات الانحدار للمعادله وتحدد معنوياتها .

## تغير الخواص الاستاتيكية بالنسبه للزمن

افترضنا للتسهيل عند دراسة تشغيل المعدات التكنولوجية ان معاملات الخواص الاستاتيكية لاتتغير بالنسبة المزمن ، والسبب فى ذلك هو عدم وجود بيانات متاحه عن هذه التغيرات .

فمن المعروف ان الاجهزة الخاصة بالصناعة الكيماوية لاتتميز بمعاملات ثابته الخواص الاستاتيكية ، وذلك لان متغيرات العمليات الكيماوية لاتتحدد من القوانين الطبيعية والقوانين الكيماوية فقط ، ولكن ايضا من معاملات الاجهزة مثل حالة التفاعل ، ونشاط الحوافز ( العوامل المساعدة ) ، ومساحة مقطع سريان السوائل او الغازات .... الخ .

كما يلاحظ فى بعض التفاعلات ان تيارات السوائل وتيارات الغازات تتميز بخاصية ترسيب مواد صلبه على الاسطح الداخليه للمعدات •

وهكذا فان اى تغير بسيط فى معدل سريان هذه العمليات سيؤثر على الانتاج • فاذا كان من الصعب ضبط معدل سريان هذه العمليات ، فانه ستظهر مشكلة حساب معاملات الخواص الاستاتيكية التى تتغير ثم تعديلها فى معادلات النماذج الرياضية للتحكم فى العمليات التكنولوجية •

يمكن ان يقال ان عمل ابراج الترسيب الكربونيه يتم بطريقه دوريه حيث تستغرق الدورة ٧٠ - ٨٠ ساعة[1] وخلال هذه الفترة نجد ان مساحة المسارات فى البرج تقل باستمرار نتيجة لترسيب المواد الظلبه وهذا سيؤثر بدوره على تغير الخواص الاستاتيكية للبرج وهى تكون الجزء الاساسى فى عملية التحكم الالى فى البرج •

وهنا تدعو الحاجة لدراسة تغير معاملات الخواص الاستاتيكية للبرج خلال فترة عمله ، ثم وضع المعادلات المناظره لهذه التغيرات لتصحيح المعادلات الرئيسية للخواص الاستاتيكية •

---

(١) V.I. Groubov and Others
Industrial Cybernetics, kiev 1966.

## ثانيا : نتائج استخدام الحاسبات الالكترونيه فى التحكم الآلى فى العمليات التكنولوجيه

تدعو الحاجه لاستخدام الحاسبات الالكترونيه فى التحكم الآلى فى العمليات التكنولوجيه ، وهذا يؤدى الى ضرورة حل مشاكل عديده للحصول على انسب الظروف التكنولوجيه والاحتفاظ بها بصورة آليه . بمعنى أنه يجب على أجهزة التحكم الآلى فى ظروف تغير خواص الوحدات التى يجب التحكم فى عملها ، وتغير تيارات المدخلات ، أن تقوم هذه الأجهزة بالبحث عن أنسب الظروف التكنولوجية بغرض الانتفاع بأقصى قيمه فنيه اقتصاديه للعمليه التكنولوجيه . الأجهزة التى تقوم بهذه العمليه تكون مجموعة أو نظم الأمثليه الآليه ، أو التحكم الأمثل . وقد يمكن تحديد أقصى انتفاع من هذه العمليه التكنولوجيه بواسطة أحد متغيرات العملية نفسها ، أو بواسطة متغير آخر يمكن حسابه من متغيراتها .

ففى اثناء تشغيل العمليه يجرى ضبط عدادات أجهزة التحكم وتعديلها لتحسين قيمة الانتفاع من هذه العمليه . ومن هنا يتضح الفرق بين أجهزة التحكم الأمثل وأجهزة التحكم الآلى العادى . ففى حالة أجهزة التحكم الأمثل نجد أن خواص الوحدات او تيارات المدخلات لاتكون ثابتة القيمة لأنها تتغير خلال العمليه التكنولوجيه ، وتكون غير معروفه القيمه سلفا ، فى حين أن اجهزة التحكم الآلى العادى تقوم بدورها فى تثبيت قيم متغيرات العمليات التكنولوجيه المعروفه مسبقا .

## شروط الأمثليـــــة :

يقسم الدكتور زاسلافسكى [1] شروط الأمثليه التى توضع لأنسب الظروف التكنولوجية الـــى :

- طريقة التنظيم .
- معيار اقل تكلفه .
- جودة الانتاج حسب الانتاجية المتاحه .
- تقليل فترة دوران رأس المال .
- زيادة الانتاج ، أو زيادة العلاقة بين الانتاج والطاقة المستخدمه .

ولقد جرت العادة ان يربط شرط الأمثليه بين تصنيع المنتج وجودته واقتصادياتـــه فاذا تم تجميع هذه المؤشرات فى مؤشر واحد ، فانه يمكن التأكد من هذا المؤشـــر باستمرار ، وذلك بهدف تعظيمه حتى يمكن الحصول على اقصى انتفاع من العمليـــة التكنولوجية .

## نماذج الأمثليه لبرج الكربنـــه

أبسط صوره من صور نماذج الامثليه الانصاتيكيه لبرج الكربنه يعرضها جروبوف [2] بغرض الحصول على اقصى انتفاع من الخامات المستخدمه .

من المعروف أن المعدات التكنولوجيه تتميز بتغير مدخلاتها وهذا يمكن تقسيمـــه الى مدخلات يمكن التحكم فيها ، وأخرى لا يجرى التحكم فيها ، وذلك زيادة على بعـــض

(1) Za,lavsky I.I. Automation of chemical production. OKBA Moscow, 1960, 4.

(2) Groubov V.I. Chemical Industry 1963, 4.

البارامترات التى قد تتغير اثناء تشغيل العمليه التكنولوجيه ، كما تتميز أيضا ببعض القيم التى تعبر عن هذه العمليه ( كالانتاجيه ، وتكلفة الصنع .. الخ ) .

ولذلك فانه بجانب المتغيرات التى لا يجرى التحكم فيها سنختار تلك المتغيرات التى سنتحكم فيها خلال عمل البرج وبحيث يكون معامل استخدام الصوديوم اكبر مايمكن ، وبحيث تكون قيم المخرجات فى اطار الحدود المقترحه ولا تقل الانتاجيه عن قيمه محدده .

فى الشكل السابق يتم البحث عن ظروف التشغيل المثلى وذلك عن طريق دراسة التباديل الممكنه للمتغيرات التى يجرى التحكم فيها

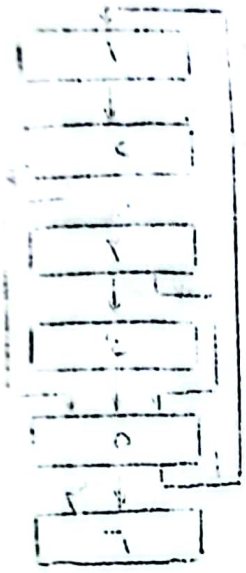
فى ١ ـ يتم حساب ظروف تشغيل البرج من الوصف الرياضى لعملية الكربنه .

فى ٢ ـ يتم التأكد من القيود التكنولوجية .

فى ٣ ـ يتم اختيار البديل الأمثل .

فى ٤ ـ يتم اختيار المتغيرات التى سيجرى التحكم فيها .

فى ٥ ـ يتم طبع بارامترات البديل الأمثل .



(ب) ضبط مجموعة معادلات النموذج (١)

فى ١ - تحسب من النموذج الرياضى ظروف تشغيل البرج وذلك بناء على بارامترات دالة الانحدار .

فى ٢ - تقارن الحسابات التى اجريت فى (١) مع بيانات أجهزة الرقابه ، فاذا كانت متساويه ( نعم ) .

فى ٣ - يتم البحث عن الظروف المثلى لتشغيل البرج

فى ٤ - يتم طبع القيم المثلى للبارامترات

أما اذا لم تتساوى القيم التى تقارن فى (٢) أى ( لا ) فانه

فى ٥ - تجرى معالجة البيانات المسجله .

فى ٦ - يتم تصحيح المعادلات الأوليه للنموذج وذلك بناء على الحسابات التى تمت فى (٥) .

بعد ذلك ترسل الاشاره الى (١) ثم الى (٢) .

(ج) شروط تكلفة الصنع (٢)

فى ١ - تتم حسابات ظروف التشغيل من القياسات الجاريه للمتغيرات .

فى ٢ - تقارن هذه الحسابات مع قيود العمليه التكنولوجيه اذا كانت نتيجة المقارنه ايجابيه اى تحققت جميع القيود فانه

فى ٣ - يتم حساب تكلفة الصنع س وتقارن مع تكلفة الصنع التى حسبت قبل ذلك ، فاذا كانت اقل من السابقة

---

(1) Groubov V.I. Algorithming of Carbonization column using the computer. Kiev. 1965.

(2) Groubov V. I., Chemical Industry 1964, 2.

فان قيمتها تسجل فى خلايا خاصه من خلايـــا
الذاكره .

فى ٤ - تسجل ايضا قيم المتغيرات التى يجرى التحكـم
فيها والمناظره لهذه التكلفه .

أما اذا كانت قيمة تكلفة س أكثر من التكلفه السابقة فان القيمه السابقة تبقى كماهـى وترسل اشارة التحكم الى (٥)

فى ٥ - تدخل الاشاره السابقه أو الاشاره المرسله من (٢) ذلك فى حالة ثم اذا لـم يتحقق ولو قيد واحد من قيود العمليه التكنولوجيه .
وهنا يتم تغيير قيم المتغيرات ونسبها الى بعضها .

فى ٦ - يتم طبع القيم المثلى وترجع الى الدوره من جديد فى (١)

هذا ولم يكتفى جروبوف بهذه الأمثله الثلاثه بل هناك شروط أخرى أمكن استخدامها نذكر منها على سبيل المثال شرط تكلفة الصنع السابق مع استخدام الضبط الذاتـــى وغيره ، ولكننا سنكتفى هنا بهذه الأمثله لبرج الكرينه فى صناعة الصودا .

## صناعة تكريـــر البـــترول

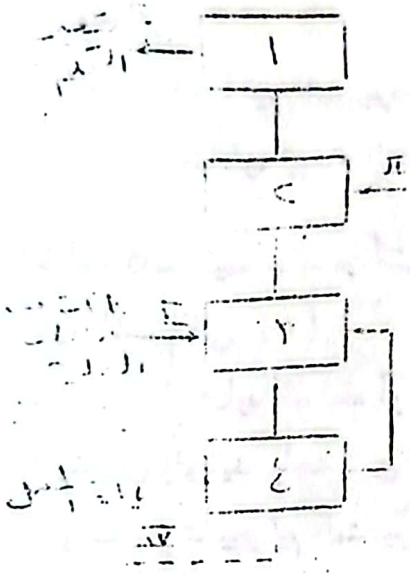
فى مصنع تكرير البترول " امريكان أويل " فى وايتنج بولاية انديانا والذى ينتـج نحو ٢٢٠٠ م$^3$ من المنتجات البترولية يوميا استخدام الحاسب الآلـــى IBM - 704 فى المركز الآلى للمصنع على مسافة ١٦٠٠ متر من هدف التحكـم الآلـى .

١ ـ امثلية العمليه

٢ ـ تحديد حالة العمليه من دالة الهدف .

٣ ـ تجميع ومعالجة ابتدائيـــــه لبيانات العدادات .

٤ ـ تجميع ومعالجة ابتدائيـــــه لبيانات جودة المنتج والخامات .




تنقل البيانات الضروريه عن العمليه آليا من الأجهزة الى الحاسب الآلى الـــذى يقوم بدوره باعطاء تعليمات لأجهزة الضبط ولقد تم ذلك عام ١٩٦٠ هذا ويقوم الحاســب الآلى بانجاز العمليات الآتيه :

١ ـ حساب القيم الجاريه للبارامترات وهذا هو أساس العمليات التاليه .
فالبيانات الضروريه تذهب من العدادات الى الحاسب الآلى .
كما تدخل للحاسب الآلى بيانات من المعمل عن جودة المنتجات حيث تستخـــدم بدورها لضبط قيم معادلات الحسابات .

٢ ـ مقارنة القيم الجارية التى حسبت للعوامل الاقتصادية لعمل الجهاز مع القســـيم المحدده سلفا عن طريق الفنيين وذلك حسب كميات الانتاج وجودة المنتجات .

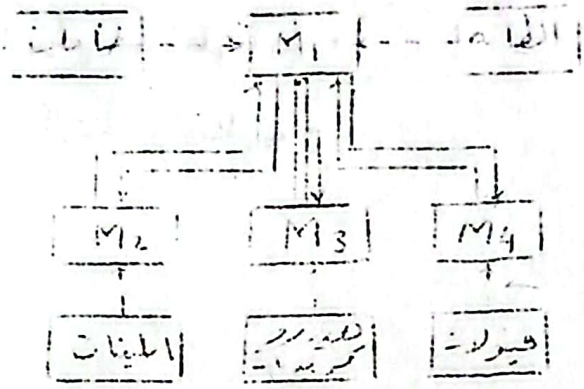
٣ ـ تحديد الأوضاع المثلى لمؤشرات أجهزة الضبط التى تناظر اقصى انتفاع .
ويتم خلال العمليه التحكم فى ١٩٦ قيمة لبارامترات الوحده ويحتاج ذلك لوقـت قدره ٧٥ ثانيه .
بعد ادخال البيانات ومعالجتها يتم طبع قيم البارامترات ، ويؤخذ متوسط أربعة قراءات من القياسات .

تكرار العمليه ٤ مرات زيادة على الحسابات المتوسطة والحسابات النهائيـــــة وكذلك طبع الأوضاع المثلى يحتاج الى زمن قدره ٢٠ دقيقه .

عند وضع برنامج على الحاسب الآلى تطلب الأمر تضافر جهود أربعة مهندسين وثنيين وثمانية مهندسين برامج لمدة عام واحد .

وقد ادى ذلك الى زيادة الانتاج والانتاجيه .

## صناعة البتروكيماويات (1)



بالقرب من بلدة الوين بولاية تكساس بدأ تشغيل هذا المصنع فى نهاية عام ١٩٦٢ وذلك على مساحة ١٢٠ هكتار . والخامات عباره عن بترول خام خفيف غير نقى ويعالج لانتاج الاتيلين ، بروبلين ، بنزول ... الخ .

تظهر فى هذه الصناعه مشكلة المعالجة المباشرة والمناسبه للبيانات الموجوده فى المصنع ، ولذلك فلقد استخدم نظام الرقابة والتحكم On line المباشر عن طريق الحاسبات الآليه التى تعطى تقييما سريعا لحالة العملية التكنولوجية فى كل لحظه زمنيه .

وقد سمح ذلك بتخفيض عدد أجهزة القياس الى الحد الأدنى وكذلك للتسجيل الفورى لعدد كبير من البارامترات .

---

(1) Joint automatic Control Conference. Stanford University, June 24-25-26, 1964.

يستخدم الحاسب الآلى لجمع البيانات ومعالجتها بطريق التحكم المباشر on-line وتسجل نتائج الحسابات على شريط ورقى وتطبع فى أجهزة الطبع .

يهتم الحاسب الآلى الأول بالبيانات الخاصة بالطاقة ومستودعات الخامات فى حين يتحكم الحاسب الآلى الثانى فى صناعة الاثيلين ، والثالث يتحكم فى صناعة الهيدروكربونات والرابع فى صناعة الفينولات . على ان جميع هذه الحاسبات الآلية متصله ببعضها .

يعتبر الحاسب الآلى الأول بمثابة الحاسب المركزى فى نظام التحكم الهرمى كما يعتبر كل حاسب آلى من الحاسبات الآليه الأربعه كنظام مستقل تماما ومنفصلا الا أن أى حاسب آلى فى امكانه ان يتصل بأجهزة الذاكرة الموجودة بالحاسبات الاخرى حيث يحسب منها البيانات التى تلزمه .

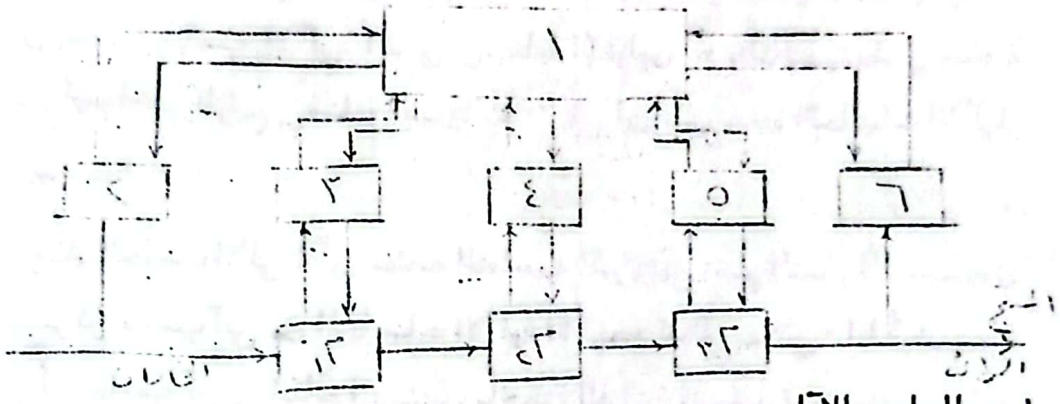
وبما أن هذه الصناعة تحتاج لبيانات عن درجة حرارة المواد الخام وكمية المخزون فان هذه البيانات يمكن الحصول عليها من الحاسب الآلى الأول .

ومن مميزات هذا النظام نجد الآتى :

١ ـ امكانية الحصول على جميع المعلومات الضروريه عن العملية كلها .
٢ ـ امكانية ابلاغ مختلف الوحدات الصناعية ببيانات عن مخزون الخامات بالمستودعات
٣ ـ امكانية حساب الانتاج اليومى بالمصنع .
٤ ـ امكانية تبادل البيانات بين جميع الحاسبات الآليه عن طريق برنامج تساؤل
٥ ـ امكانية تسجيل البيانات الدوريه القادمه من الحاسبات الآليه المحليه .
٦ ـ امكانية تجميع تقارير دوريه للشركه ، وحساب الموازين السلعيه بالمصنع .

## صناعة تكنولوجيه مستمـــره

يطرح كرايزمر [1] المثال التالى والذى يعبر عن التحكم فى العمليات التكنولوجية




١ ـ الحاسب الآلى
٢ ـ تحليل الخامات
٣ ـ ٣،٤،٥ أجهزة تحكم محلية
٦ ـ تحليل المنتج النهائى
م١ ، م٢ ، م٣ مراحل العمليه التكنولوجيه

من المعروف أن المواد الخام تمر بمراحل متعدده وتتم عليها عمليات تكنولوجيه متتاليه ، فاذا كانت المراحل التكنولوجيه م١ ، م٢ ، م٣ .... الخ تجرى على الخامات ، وحيث يتم التحكم فى هذه المراحل التكنولوجيه عن طريق أجهزة التحكم المحليه ٣ ، ٤ ، ٥ بالترتيب . على أن تتصل أجهزة التحكم المحلية هذه بالحاسب الآلى أيضا ، كما يتصل بالحاسب الآلى كل من أجهزه المراقبه ٢ ، ٦ الخاصة بتحليل كل من الخامات المستخدمه والمنتج النهائى .

وفى هذه الحاله يعمل الحاسب الالى بناء على المواصفات المطلوبه للمنتج النهائى ، ومن البيانات الخاصه بالخامات المستخدمه ، على اصدار تعليمات لأجهزة التحكم المحليه سواء بالاستمرار فى أداء عملها العادى أو باجراء بعض التعديلات فى ظروف كل مرحله على حده من مراحل العمليه التكنولوجيه .

(١) ل . كرايزمر : السيبرنتيك علم التحكم الاتوماتيكى
دار " مير " للطباعة والنشر موسكو ص ١٥٨ ، ١٥٩

## المراجـــع


الدكتور فايز فرج غبريال  التحكم الآلى فى الصناعه  مذكره داخليه رقم ١١٣

الميكنه والآليه والانتـاج  مذكره داخليه رقم ٣٠١

مجمع الحديد والصلب  خطه تنميه اقتصاديه واجتماعيه متكامله

الجهاز التنفيذى للهيئه العامه لتنفيذ مجمع الحديد والصلب

ل. كرايزمر  السيبرنتيك علم الحكـم الاتوماتيكى

دار مير للطباعه والنشر موسكو

Mantaux P., The Industrial Revolution in the Eighteenth Century London 1966, p. 47.

Argus Computer Control System. Instrument Practice IV, 15, 4, 1961.

Ferranti A. P., Argus Plant Control Computer Process Control and Automation III V. 8, 3, 1961.

Groubo . V.I and Others, Industrial Cybernetics Kie. 1966.
- Chemical Industry 1963, 1
- Chemical Industry 1963, 4
- Chemical Industry 1964, 2
- Logarithming of Carbonization Column using the Computer Kiev 1965.

Malinovsky B. N., Groubov V.I., Problems of Computation Technique GOSTECHISDAT Kiev 1961.

Bright, J. Automation and Management Boston, Harvard University 1958, p. 83.

Jokobson B.M. Automation in Chemical Industries OKBA 1959, 2.

Lossievsky V. L., Plisbin, L.G. Automation of Continuous technological Processes Moscow 1960.

Popou E. P., Automatic Regulation and Control. Moscow 1961.

Zelikin M.B. and Others Production of Calciuated Soda. Moscow 1959.

Potrashkou V. E, and Tutunikou A. B.,
Automation of Chemical Production OKBA Moscow 1963, 1.

Tutunikou A. B. and Potrashkov V. E.
Chemical Industry 1961, 8.

Zaslovsky I. I. , Automation of Chemical Production OKBA Moscaw
1960, 4.

Joint automatic control conference. Stanford University,
June 24-25-26; 1964.

| البيـــان | المحتويـــات | رقم الصفحـــة |
|---|---|---|
| | تمهيـــد | |
| | مقدمـه | ١ |
| الباب الأول : | الحاسب الالكترونى والتحكم فى العمليات الإنتاجيه | ٦ |
| | مراحل تطبيق الآليه التامه | ٦ |
| | خواص العمليات الكيماويـــه | ٧ |
| | التحكم المركـزى | ٨ |
| | عقبات امام الآليه التامـه | ٩ |
| الباب الثانى : | التجهيزات والعمليات التحضيريـه | ١١ |
| | نماذج العمليات التكنولوجيـه | ١٢ |
| | الحصول على البيانات | ١٢ |
| | الطرق الاحصائيـه | |
| | الخواص الاستانيكيه | ١٣ |
| | الخواص الديناميكيه | ١٦ |
| الباب الثالث : | أمثلـه تطبيقيـــه | ١٩ |
| | أولا : صناعه الصـــودا | ١٩ |
| | النموذج الرياضى | ٢٠ |
| | التحكم الالى فى العمليه التكنولوجيه | ٢٣ |
| | الخواص الاستاتيكيـه | ٢٥ |
| | تغير الخواص الاستاتيكيـه بالنسبه للزمن | ٢٧ |

رقم الصفحه

ثانيا : تطبيقات استخدام الحاسبات الالكترونيه
في التحكم الآلى في العمليات التكنولوجيه ٣٩
شروط الأتمتة ٣٠
نماذج الأتمتة لبرج الكريكنج ٣٠
صناعة تكرير البترول ٣٣
صناعة البتروكيماويات ٣٦
صناعة تكنولوجيه مستمره ٣٨

المراجع ٣٩
المحتويات ٤١