المحاكاة

إعداد: سامح محمد

ماجستير إدارة أعمال

هذه المقالات تم نشرها في:

موقع الإدارة والهندسة الصناعية

http://samehar.wordpress.com

2008

حقوق النشر محفوظة للمؤلف

المحتويات

المحاكاة	**3**
تحديات تطبيق المحاكاة	**6**
أمثلة -1	**9**
أمثلة - 2	**13**
استخدام المحاكاة لدراسة توسعات مصنع	**20**

المحاكاة.....Simulation

اغسطس 6, 2006 في 6:26 ص ·

المحاكاة Simulation باستخدام الحاسب هي أحد الوسائل الحديثة المستخدمة لدراسة العمليات الصناعية والخدمية. المحاكاة -وهي أحد وسائل الهندسة الصناعية- تستخدم لدراسة مشاريع التطوير والاستثمار. تأمل المثال التالي

أنت مدير مسئولٌ عن مصنعٍ به ماكينة واحدة. هذه الماكينة تستغرق 10 دقائق لتصنيع قطعة واحدة. ما الذي يحدث إذا استخدمنا ماكينة تحتاج خمس دقائق فقط لإنتاج قطعة واحدة؟

من اليسير أن نجيب بأن الإنتاج سيزيد إلى الضعف.

ماذا لو كانت هذه الماكينة تنتج منتج نصف مصنع ويتم استكمال التصنيع في ماكينة أخرى؟ في هذه الحالة يتوقف الإنتاج على الماكينة التي تستغرق وقتا أطول.

نحن هنا نفترض افتراضاً لا يتحقق في أغلب الحالات. نحن نفترض أن وقت التشغيل هو وقت ثابت. في الواقع يختلف وقت التشغيل من قطعة لأخرى وكذلك تحدث أعطال في الماكينة بشكل عشوائي وبعض المنتجات تكون معيبة وقد تحتاج إعادة تشغيل. بالإضافة لذلك فإن كثير من العمليات تتكون من عدد من العمليات التشغيلية –والتي قد تختلف من منتج لآخر- وعمليات نقل مواد خام ونصف مصنعة عن طريق معدات نقل مختلفة. عندما ننظر إلى العملية الإنتاجية بهذا الشكل الواقعي نجد أن هناك كثير من الحالات التي لا يمكن دراستها بحلول رياضية وهنا تظهر قيمة استخدام المحاكاة

باستخدام الحاسب يمكننا أن نحاكي العملية الصناعية أو الخدمية. هذه المحاكاة تمكننا من دراسة نتائج تشغيل العملية لمدة أيام في دقائق معدودة وتمكننا من تحديد المناطق الحرجة في العملية وتأثير إحداث تغييرات في أسلوب العمل أو زيادة معدات أو أفراد.

المحاكاة ليست أسلوبا جديدا، فكثيرا ما نستخدم المحاكاة الحقيقية لاتخاذ قرار ما. فقد نقوم باستخدام أسلوب عمل جديد لمدة ثلاثة أيام على سبيل التجربة، ثم نقوم بتحليل نتائج مؤشرات الأداء خلال هذه الأيام لكي نقرر إن كان هذا الأسلوب مفيدا أم لا. ولكن هذا الأسلوب قد يتسبب في تكاليف عالية لأن تجربة أساليب العمل في الواقع قد تؤدي إلى خسائر عديدة. بالإضافة لذلك فبعض الأمور لا يمكن تجربتها إلا بعد الاستثمار في شراء معدات أو إنشاء مبنى. المحاكاة باستخدام الحاسب تمكننا من دراسة هذه المشاريع بدون المخاطرة بحدوث خسائر في الإنتاج أو مشاكل في مستوى الخدمة أو خسائر من شراء معدات لا تؤدي إلى النتائج المتوقعة.

لكي نقوم بمحاكاة عملية ما فإننا لابد أن نتفهم العملية جيدا وأن نقوم بتحديد البيانات التي نحتاجها ونقوم بتجميعها. لكي نحاكي العملية الإنتاجية فإننا نحتاج أن نجعل الحاسب يعرف خطوات العملية والأجزاء المكونة لها من معدات وخامات وأناس وأماكن. يوجد العديد من برامج المحاكاة التي تمكننا من إدخال هذه المعلومات بأسلوب غير معقد مثل برامج:

ProModel

ARENA

يتم إدخال البيانات بأسلوب يسمح للبرنامج بمحاكاة التغيرات المنتظمة والعشوائية التي تحدث في الواقع. لذلك فإننا عادة لا نستخدم المتوسط الحسابي للتعبير عن زمن عملية ما ولكننا نستخدم العديد من القياسات المختلفة لهذه العملية وهكذا بالنسبة للأزمنة الأخرى التي نستخدمها في محاكاة هذه العملية مثل أوقات التحميل وأوقات فحص المنتج و معدل حضور العملاء. إمكانية محاكاة التغيرات في أزمنة التشغيل والنقل وخلافه هي أحد المزايا الرئيسية لاستخدام المحاكاة.

قبل أن نبدأ في استخدام نموذج المحاكاة لدراسة العملية الإنتاجية أو الخدمية فلابد أن نتأكد أن النموذج يعطي نتائج جيدة. لذلك فإننا نبدأ بتشغيل النموذج على الحالة الموجودة حاليا ثم نقارن بعض النتائج بالنتائج الواقعية وفي حالة التطابق فإننا نطمئن إلى صحة النموذج. فمثلا قد نقارن حجم الإنتاج اليومي أو معدل الانتظار أو معدل المخزون وهكذا.

بعد التأكد من صحة النموذج يمكننا استخدامه لدراسة حالات عديدة ومقارنة نتائجها. فالمحاكاة تمكننا من الإجابة عن العديد من الأسئلة من نوع "ماذا لو ....." مثل: ماذا لو توقفت هذه الماكينة، ماذا لو أضفنا عامل فني ، ماذا لو عملنا بنصف العمالة، ماذا لو أضفنا سيارة أخرى، ماذا لو تم تقليل وقت التشغيل ون كذا ثانية إلى كذا ثانية.....كثير من برامج المحاكاة تمكننا كذلك من مشاهدة رسوم متحركة تعبر عن حركة المواد والأفراد والمعدات وهذه الرسومات تساعدنا في تتبع العملية وتحديد بعض نقاط الضعف. ولكن القيمة الأكبر للمحاكاة تكمن في البيانات الإحصائية التي نحصل عليها والتي تساعدنا على المقارنة بين أنظمة عمل مختلفة أو اقتراحات توسع مختلفة.

صعوبة استخدام المحاكاة تتمثل في الحاجة لشخص على دراية بأسلوب استخدامه، الحاجة لشراء برنامج، المجهود اللازم لتجميع البيانات اللازمة. على الجانب الآخر، فإن المحاكاة تساعدنا على دراسة مشاكل معقدة ومشاريع مكلفة مما يترتب عليه التأكد من جدوى الاستثمار أو الوصول إلى طريقة أفضل أو الوصول إلى عدم جدواه. من مميزات المحاكاة، أنه بمجرد بناء نموذج صحيح فإنه يمكننا استخدامه لدراسة حالات كثيرة في وقت قصير. فمثلا قد نحتاج شهر أو شهرين لبناء نموذج لعملية معقدة، ثم نحتاج إلى بضع ساعات لدراسة العديد من الحالات ومقارنتها. فيمكننا دراسة نتائج التشغيل خلال شهر في ربع أو نصف ساعة.

من الأمثلة التي تستخدم فيها المحاكاة

- دراسة أفضل الطرق لتقليل وقت انتظار العملاء في السوبر ماركت
- دراسة الحاجة لشراء معدة جديدة أو تعيين عاملين جدد ومعرفة تأثير ذلك على مؤشرات الأداء
- دراسة التخطيط المناسب لمستشفى أو مصنع أو مطعم
- دراسة أسلوب تطوير عملية إدارية مثل عملية شراء خامات وقطع غيار في شركة ما

مجالات تطبيق المحاكاة تشمل

- المصانع لدراسة العمليات الإنتاجية
- المستشفيات لدراسة تنظيم أوقات عمل الأطباء والممرضين وللوصول إلى جدولة جيدة لغرف العمليات وغرفة الطوارئ
- المحلات الكبرى لدراسة كيفية تيسير حركة مرور العملاء وتقليل أوقات الانتظار وتحديد الحاجة لموظفين خدمة عملاء
- الملاعب الرياضية الكبيرة والمطارات والمستشفيات لدراسة حركة الأفراد والمرضى والطائرات وأوقات الانتظار
- الطرق لدراسة سهولة مرور السيارات
- أماكن التجمع الكبرى مثل المناسبات العالمية والحج اتيسير حركة مرور الحجاج وتقليل الازدحام والحوادث ودراسة الاقتراحات المختلفة لتغيير بعض المسارات مثل ما يحدث في رمي الجمرات
- عمليات النقل البري والبحري لدراسة الاحتياج لزيادة معدات نقل والعائد من شرائها

بعض المواقع التي تقدم معلومات أساسية عن المحاكاة:

محاضرة عن المحاكاة

دراسة عن برامج المحاكاة المختلفة

أمثلة لاستخدام المحاكاة في المستشفيات والمؤسسات الصحية

مثال لاستخدام المحاكاة في صناعة السيارات

أمثلة لتطبيقات المحاكاة

أمثلة أخرى لاستخدامات المحاكاة

مقدمة عن استخدام المحاكاة في الصناعة

أمثلة لاستخدامات المحاكاة في مجالات مختلفة

أمثلة عملية للمحاكاة

تحديات استخدام المحاكاة.....Challenges of Simulation

اغسطس 8, 2006 في 7:13 م ·

كما ناقشنا من قبل فإن المحاكاة هي أحد وسائل الهندسة الصناعية والتي تستخدم لدراسة العمليات (الانظمة) المعقدة نسبيا من حيث اعتماد العمليات على بعضها البعض ووجود تغيرات عشوائية في أوقات التشغيل. المحاكاة تكون الوسيلة الأساسية وأحيانا الوحيدة لدراسة هذه الأنظمة حيث تفشل الوسائل الحسابية – مثل بحوث العمليات – في دراستها، وتكون تكلفة الدراسة عن طريق التجربة الحقيقية عالية جدا

فحين ندرس كيفية تنظيم شبابيك حجز التذاكر في الملعب الرياضي وأوقات الانتظار عند شباك التذاكر وعند بوابات الدخول فإن استخدام المحاكاة يكون أسلوبا مفيدا. لاحظ انه لو كان معدل وصول الجماهير للملعب منتظما جدا مثل وصول مشاهد كل ثلاث دقائق وكان وقت شراء التذكرة كذلك محدد جدا فيمكننا أن نستغني عن المحاكاة لأننا نستطيع حساب أوقات الانتظار باستخدام حسابات بسيطة. ولكن في الواقع فإن المشاهدين لا يصلون بهذا الانتظام وربما احتاج أحدهم لنصف دقيقة في شباك التذاكر واحتاج الآخر إلى ثلاث دقائق. نفس الأمر ينطبق على دراسة عمليات صناعية فإن كانت أوقات التشغيل ثابتة والعملية تتكون من مرحلة واحدة مثلا فإن استخدام المحاكاة لا يكون له ما يبرره. ولكن عندما تكون اوقات التشغيل تتغير وعملية التشغيل تتكون من مراحل مختلفة تعتمد على بعضها البعض وربما كان هناك وسيلة نقل مثل ونش أو عربة تنقل المواد من مرحلة لأخرى، فقد تكون المحاكاة هي الأسلوب المناسب

تطبيق المحاكاة في العالم العربي ضعيف جدا ولذلك فإن استخدام المحاكاة يواجه كثيرا من التحديات. من أمثلة هذه التحديات ما يلي

- الاعتقاد بأن المحاكاة ستكون بديلا عن المسئولين عن التشغيل: نظرا لأن المحاكاة تتم باستخدام الحاسب وتظهر العملية الصناعية او الخدمية عن طريق الحاسب فإنها تبدو مبهرة لمن ليس لديه دراية كافية عن المحاكاة. هذا الانبهار قد يجعل بعض المسئولين يتصورون أن المحاكاة ستصدر القرارات بدلا منهم وبالتالي يبدأون في معاداة المحاكاة ورميها بالتهم ومحاولة إعاقة استخدامها. لابد أن ننتبه إلى أن المحاكاة هي وسيلة مثل استخدام برنامج حسابي او برنامج لعرض البيانات على شكل منحنيات. هذه الوسائل تعرض للمسئول عن التشغيل أو الإدارة نتائج ولا تعطي قرارات. المحاكاة هي أسلوب يحتاج إلى جهد من متخصص المحاكاة والمسئولين عن التشغيل، فمتخصص التشغيل هو الذي يقترح الحلول ومتخصص المحاكاة يقوم بإمداداه بالنتائج المتوقعة لهذه الحلول المقترحة، وفي النهاية يقوم البشر – وليس برنامج المحاكاة – باتخاذ القرار
- التوقعات المبالغ فيها: كما ذكرت في النقطة السابقة فأحيانا يحدث انبهار ببرامج المحاكاة مما يجعل البعض يتصور ان برامج المحاكاة يمكنها ان تفعل أي شيء. كثيرا ما يرغب المدير في استخدام المحاكاة لتحديد أقصى إنتاجية لمصنع ما حتي يعرف إن كان المسئولين عن التشغيل يقومون بعملهم كما ينبغي. هذا المطلب لا يمكن تحقيقه باستخدام المحاكاة لان المحاكاة تبنى على أوقات التشغيل الفعلية والتي تحدد الإنتاجية القصوى، فالمحاكاة لا يمكن استخدامها لحساب الزمن الامثل لقطع قطعة معدنية بالمنشار اليدوي او الكهربي، و لا يمكنها حساب الزمن الامثل لخلط مادتين

كيميائيتين. تجدر الإشارة أن هناك انواع أخرى من المحاكاة -مثل محاكاة سريان الموائع او العمليات الكيميائية – تعتمد على حل معادلات تفاضلية باستخدام الحاسب، ولكن هذه الوسائل تختلف عن محاكاة العمليات. أما محاكاة العمليات فإنها تعتمد أساسا على أوقات التشغيل المقاسة ولا تتدخل في كيمياء او فيزياء العمليات

- التوقعات المتدنية: نظرا لعدم قدرة البعض على فهم مبادئ الإحصاء وأساسيات المحاكاة، فقد نجد من لا يمكنه ان يتفهم أن المحاكاة يمكنها أن تماثل العملية المعقدة التي تحتاج منه لكثير من المجهود والخبرة لتحليلها وتوقع نتائجها. كثيرا ما يكون من الصعب ان يتم استيعاب قدرة برنامج المحاكاة على محاكاة العشوائيات التي تحدث في العملية الإنتاجية

- عدم وضوح الهدف من استخدام المحاكاة: بمجرد البدأ في استخدام نموذج المحاكاة فإنك تجد أن هناك العديد من النقاط التي يمكن دراستها. ما لم يكن هناك إدارة لها أهداف محددة وواضحة من بناء هذا النموذج فإنه يحدث الكثير من التشتت والذي قد يؤدي إلى إضاعة وقت طويل لدراسة أشياء هامشية

- عدم تفهم ما يجب وما لا يجب أن يتم محاكاته: المتخصص في المحاكاة ومسئول التشغيل يمكنهما تحديد أجزاء العملية التي يجب أن يتم محاكاتها بكل تفاصيلها فمثلا إذا كانت المادة الخامة الأساسية متوافرة دائما في موقع الإنتاج فلا يهمنا ان نحاكي وسيلة نقل المادة الخام من المخزن إلى موقع العمل. بعض التفاصيل الدقيقة التي تؤثر على العملية موضع الدراسة يجب محاكاتها و البعض الآخر يمكن تبسيطه او إهماله، فمثلا الأمور التي تحدث في أحوال نادرة – كل عام مرة أو مرتين...- لا يتم الإلتفات إليها في المحاكاة مادام الهدف من المحاكاة هو دراسة الاحوال الطبيعية –الطبيعية وليست المثالية وليست النادرة - للمصنع. احيانا يتمسك البعض بإدخال تفاصيل هامشية لا تؤثر على نموذج المحاكاة وذلك لعدم تفهم ما يجب و ما لا يجب أن يتم مراعاته في نموذج المحاكاة

- صعوبة الحصول على معلومات دقيقة: المحاكاة تعتمد على البيانات التي يتم تغذية الحاسب بها وبالتالي فإن دقة النتائج تتوقف على دقة بيانات التشغيل. بالإضافة لذلك فإننا عند استخدام المحاكاة نريد ان نحاكي التغيرات التي تحدث ولا نريد ان نحاكي الحالة المثالية وبالتالي لا نستطيع استخدام المتوسط الحسابي لكثير من أزمنة التشغيل، وهذا يستدعي ضرورة القياس الدقيق لهذه الازمنة مرات عديدة. بالطبع لا يخفى عليك الإهمال في دقة البيانات التي يسجلها كثير من المسئولين عن التشغيل وهذا قد يؤدي إلى عدم دقة النتائج أو ان يتم تجميع بيانات دقيقة خصيصا لعملية المحاكاة عن طريق شخص أو مجموعة تتفهم الدقة المطلوبة ولا ينقصها الأمانة

- الإيمان بكل ما يأتي به برنامج المحاكاة من نتائج: بعض من ليس له دراية بالحاسب قد لا يتنبه إلى ضرورة اختبار النموذج للتأكد من صحته قبل استخدامه. كذلك قد لا يتنبه إلى إلى ضرورة أن يتم إجراء عدة تجارب على كل حالة وذلك لأنه بسبب محاكاة التغيرات التي تحدث في الواقع فان الحل يختلف من مرة لأخرى و لذلك يجب أخذ متوسط نتائج عدة تجارب للنموذج. وبالتالي فمن المهم التأكد من صحة النموذج وصحة الأساليب المستخدمة

- استخدام المحاكاة لدراسة أمور واضحة: أحيانا تكون المشاكل واضحة او يمكن دراستها بأساليب حسابية ولكن يتم استخدام المحاكاة لدراستها. هذا يمثل تضييعا للمال والمجهود فالمحاكاة لن تضيف جديدا في هذه الحالات
- الاهتمام بالرسوم التحركة أكثر من النتائج الإحصائية: نظرا لأن تصوير الحركة الديناميكية للعملية يعتبر أمرا غير معتاد، لذلك فقد يتم التركيز على هذه الرسوم أكثر من تحليل النتائج. مستخدمي المحاكاة يعلمون أن الأرقام الإحصائية هي النتيجة الهامة لاستخدام المحاكاة بينما الرسوم المتحركة ما هي إلا وسيلة مساعدة
- الخوف من أن تفضح المحاكاة أكاذيب المسئولين على العملية الإنتاجية: كثيرا ما يلجأ مدير الإنتاج أو مدير القسم الخدمي إلى إيهام مديريه بأن قدرات العملية الإنتاجية أو الخدمية لا يمكن أن تزيد عن طاقة إنتاجية محددة - وهو يعلم أن قدرات هذه العملية أعلى من ذلك. هذا المدير لن يرحب بالطبع باستخدام المحاكاة لأنه يتخوف أن تفضح المحاكاة أسراره
- صعوبة إقناع الإدارة بشراء برنامج محاكاة: برامج المحاكاة المناسبة للاستخدام الصناعي لا تقل عن بضعة آلاف الدولارات وبالتالي فأحيانا تكون هناك صعوبة في إقناع الإدارة بفائدة شراء برنامج محاكاة
- ندرة المتخصصين في المحاكاة في العالم العربي: نظرا لحداثة الهندسة الصناعية في العالم العربي فإن هناك قلة من المهندسين المتخصصين في المحاكاة وقد يحتاج الأمر لتعيين مهندس او مهندسين جدد

وعلى الرغم من هذه التحديات فإن هناك تطبيقات كثيرة للمحاكاة في العالم العربي والتي قد تؤدي إلى توفير ملايين الدولارات او زيادة الأرباح بملايين الدولارات. نتيجة عدم استخدام المحاكاة في العالم العربي فإن هناك الكثير من الأمور الهامة - التي تكون عواقبها باهظة التكاليف- يتم تقديرها بحسابات تعتمد على استخدام المتوسط الحسابي لأوقات العمليات وبالتالي فهي تعتمد على حالة مثالية لا تمثل الواقع.

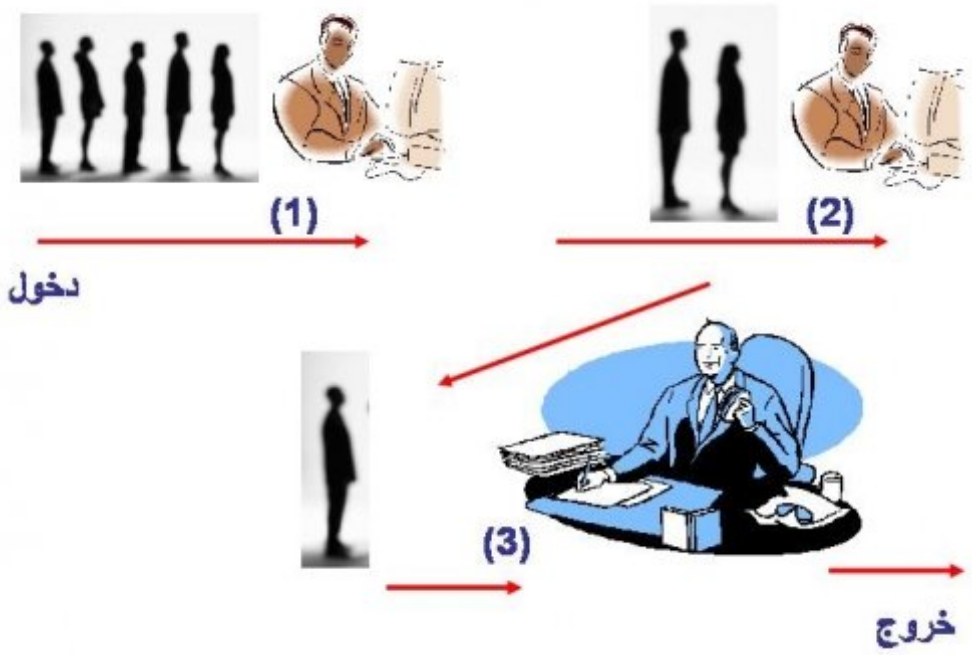
أمثلة توضيحية لاستخدامات المحاكاة

اغسطس 17, 2006 في 11:39 ص ·

أود أن أزيد الأمر توضيحا ببعض الأمثلة التي قد تقرب إلى الأذهان فوائد استخدام المحاكاة. أبدأ بمثال بسيط

مثال

افترض أننا مؤسسة أو مكتب خدمي ووظيفتنا هي تلبية الطلبات التي تصلنا من العملاء. يصل إلى المكتب عميل كل ثلاث دقائق (افترض أن هذه عملية منتظمة لتبسيط المثال). كل عميل يقدم طلبه إلى موظف الاستقبال الذي يناقشه في الطلب حتى يتأكد أن الطلب مكتوب بالشكل المطلوب. يتوجه العميل بعد ذلك إلى موظف السجلات الذي يفحص طلبه ويعطيه الشهادة المطلوبة. بعد ذلك يتوجه العميل إلى مدير المكتب لاعتماد الشهادة ثم يغادر المكتب. لدينا عدد 2 موظف سجلات وموظف واحد للاستقبال



افترض أننا قمنا بتسجيل الوقت الذي يحتاجه كل موظف لإتمام التعامل مع عميل واحد وكانت النتائج كالآتي

موظف الاستقبال

نسبة 10% من العملاء يحتاجون 2 دقائق
نسبة 20% من العملاء يحتاجون 2.8 دقائق
نسبة 40% من العملاء يحتاجون 3.1 دقائق
نسبة 20% من العملاء يحتاجون 3.2 دقائق
نسبة 10% من العملاء يحتاجون 3.6 دقائق

موظف السجلات

نسبة 10% من العملاء يحتاجون 2.4 دقائق
نسبة 25% من العملاء يحتاجون2.7 دقائق
نسبة 30% من العملاء يحتاجون 3.1 دقائق
نسبة 25% من العملاء يحتاجون 3.2 دقائق
نسبة 10% من العملاء يحتاجون 3.3 دقائق

المدير

نسبة 30% من العملاء يحتاجون 1.0 دقائق
نسبة 40% من العملاء يحتاجون 1.5 دقائق
نسبة 30% من العملاء يحتاجون 2.0 دقائق

نظرا لأن موظف الاستقبال يحتاج وقتا أطول من موظف السجلات ومن المدير فإننا قد نقوم بإضافة موظف آخر في الاستقبال ولكننا نريد أن نتأكد أن هذا الموظف الجديد سيقوم بتقليل زمن انتظار العملاء بقدر يكافئ تكلفة تعيين موظف جديد

استخدام المحاكاة لدراسة العملية

يمكننا استخدام المحاكاة لدراسة هذه العملية. يوجد العديد من البرامج المتاحة في السوق والتي قد تستخدم لدراسة هذه المشكلة. استخدمت أحد هذه البرامج ProModel

وحصلت على النتائج التالية

الوضع الحالي

متوسط الوقت الذي ينتظره العميل في جميع المراحل= 14.8 دقيقة
متوسط الوقت الكلي الذي يحتاجه العميل= 23.50 دقيقة
أقصى طول لطابور انتظار موظف الاستقبال= 9 عملاء
أقصى طول لطابور انتظار موظف السجلات= 4 عملاء
أقصى طول لطابور انتظار مدير المكتب= 1 عميل

متوسط وقت انتظار موظف الاستقبال= 12.7 دقيقة
متوسط وقت انتظار موظف السجلات = 3.2 دقيقة
متوسط وقت انتظار المدير = 0.08 دقيقة

النسبة المئوية لانشغال موظف الاستقبال= 99.9 %
النسبة المئوية لانشغال موظف الاستقبال= 99.7 %
النسبة المئوية لانشغال المدير= 50 %

بالطبع هذه البيانات قد لا تكون جديدة لأنها تمثل الواقع ويفترض أن نتأكد من مطابقة بعضها للواقع للتأكد من صحة نموذج المحاكاة

الحالة الثانية

نريد الآن أن ندرس تأثير تعيين موظف آخر في الاستقبال

متوسط الوقت الذي ينتظره العميل في جميع المراحل= 1.8 دقيقة
متوسط الوقت الكلي الذي يحتاجه العميل= 9.29 دقيقة
أقصى طول لطابور انتظار موظف الاستقبال= 1 عميل
أقصى طول لطابور انتظار موظف السجلات= 3 عملاء
أقصى طول لطابور انتظار مدير المكتب= 1 عميل

متوسط وقت انتظار موظف الاستقبال= 0.04 دقيقة
متوسط وقت انتظار موظف السجلات = 1.7 دقيقة
متوسط وقت انتظار المدير = 0.08 دقيقة

النسبة المئوية لانشغال موظف الاستقبال (متوسط الموظفين)= 50 %
النسبة المئوية لانشغال موظف السجلات= 100 %
النسبة المئوية لانشغال المدير= 50 %

كما ترى فإن الانتظار في الطابور الأول قد تناقص من 9 عملاء إلى عميل واحد ومن 12.7 دقيقة إلى 0.04 دقيقة

مناقشة

هل كان يمكننا الوصول إلى هذه النتائج بالحسابات المعتمدة على المتوسط الحسابي؟ لو أخذنا المتوسط الحسابي لأوقات خدمة عميل واحد سنجدها 2.99، 2.98، 1.5 دقيقة لكل من موظف الاستقبال وموظف

السجلات والمدير على التوالي. بما أن جميع أوقات الخدمة أقل من معدل وصول العملاء وهو ثلاث دقائق فإنه لن يكون هناك أي طوابير انتظار. بالطبع هذه نتيجة لا علاقة لها بالواقع لأنها أهملت التغير في زمن الخدمة من عميل لآخر

باستخدام المحاكاة أمكننا أن نأخذ في الاعتبار التوزيع الحقيقي لأوقات الخدمة وبالتالي فهو مماثل جدا للواقع. كذلك أمكننا معرفة أوقات الانتظار وأقصى طول لكل طابور انتظار ونسبة تشغيل كل موظف وأتاح لنا دراسة الحلول المقترحة وتقدير الفائدة الحقيقية لتوظيف موظف جديد في الاستقبال.

لاحظ أن هذا المثال مشابه كذلك للعمليات الصناعية التي يتم تشغيل فيها المادة الخام على عدة ماكينات على التوالي.

2- أمثلة توضيحية لاستخدامات المحاكاة

اغسطس 21, 2006 في 5:50 ص ·

مثال

افترض أننا نود أن ندرس طرق زيادة إنتاجية مصنع ما. المصنع به ماكينة واحدة للتنظيف وماكينة أخرى للتشغيل و عربة واحدة للنقل (ونش شوكة). عمليات الإنتاج تتم كالآتي

المواد الخام تكون متوفرة دائما و يتم وضعها أمام ماكينة التنظيف

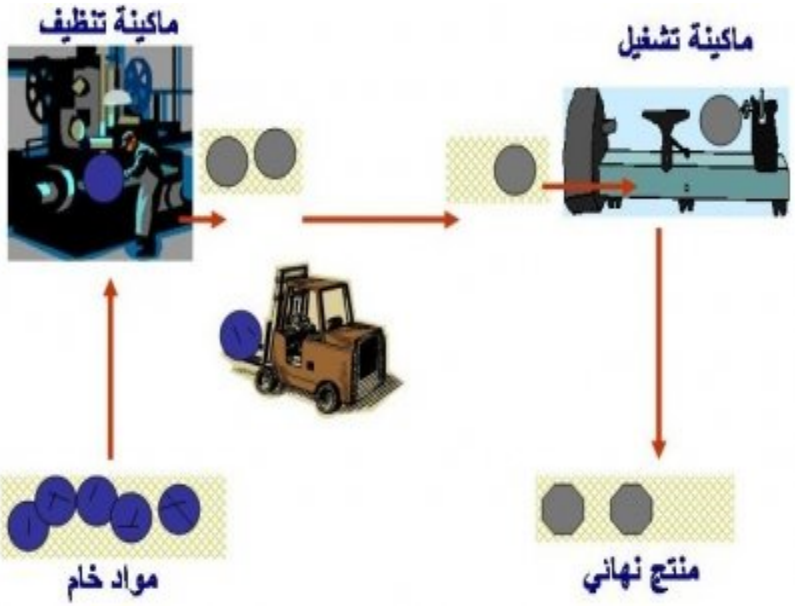
يتم نقل قطعة من أمام ماكينة التنظيف إلى ماكينة التنظيف باستخدام عربة النقل

يتم تنظيف القطعة الواحدة في ماكينة التنظيف ثم يتم وضعها جانبا

تقوم عربة النقل بنقل القطعة التي تم تنظيفها إلى ماكينة التشغيل مباشرة أو إلى مكان الانتظار أمام ماكينة التشغيل إذا لم تكن ماكينة التشغيل متاحة في ذلك الوقت

يتم نقل القطعة من مكان الانتظار إلى ماكينة التشغيل عندما تكون ماكينة التشغيل متاحة

يتم نقل القطعة التي تم تشغيلها من ماكينة التشغيل إلى المخزن المؤقت للمنتج النهائي عن طريق عربة النقل



نريد أن ندرس ثلاثة اقتراحات

أولا: زيادة عربة نقل أخرى

ثانيا: زيادة ماكينة تشغيل أخرى

ثالثا: زيادة ماكينة تشغيل وعربة نقل في آن واحد

أوقات التشغيل كالآتي

ماكينة التنظيف

نسبة 10% تحتاج 8 دقيقة
نسبة 25% تحتاج 12 دقيقة
نسبة 40% تحتاج 14 دقيقة
نسبة 20% تحتاج 18 دقيقة
نسبة 5% تحتاج 20 دقيقة

ماكينة التشغيل

نسبة 10% تحتاج 12 دقيقة
نسبة 20% تحتاج 13 دقيقة
نسبة 35% تحتاج 14 دقيقة
نسبة 20% تحتاج 16 دقيقة
نسبة 15% تحتاج 17 دقيقة

عربة النقل

وقت التحميل= 1.0 دقيقة
وقت التفريغ = 0.75 دقيقة
سرعة العربة = 60 متر في الدقيقة
المسافة بين الماكينتين حوالي 60 متر

يمكن استخدام العديد من برامج المحاكاة وقد استخدمت برنامج

ProModel

وحصلت على النتائج الآتية

الوضع الحالي

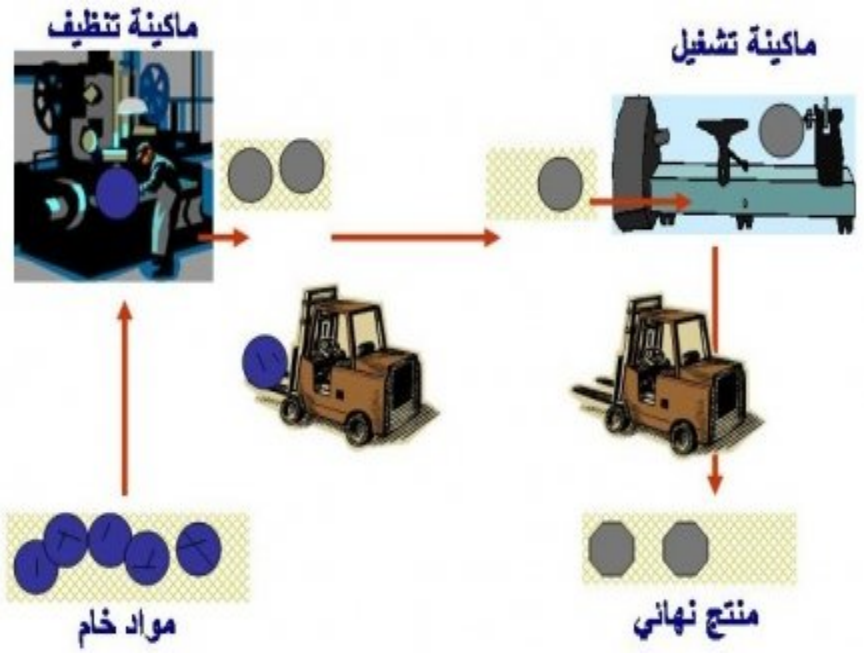
الإنتاجية في اليوم 70 قطعة في اليوم

نسبة تشغيل ماكينة التنظيف 71 %

نسبة تشغيل ماكينة التشغيل = 72 %

نسبة تشغيل عربة النقل 52 %

الاقتراح الأول : زيادة عربة نقل أخرى



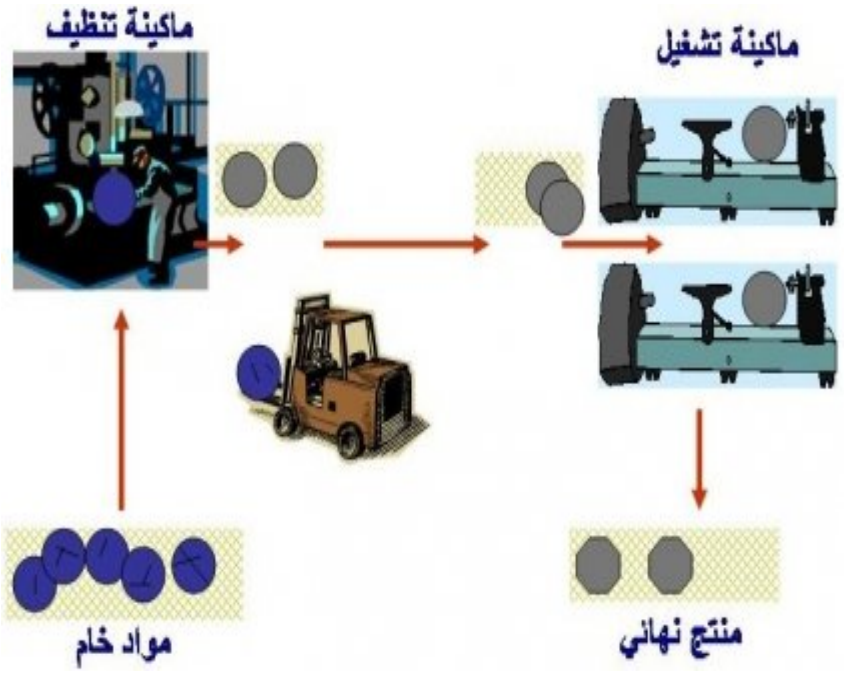
الإنتاجية في اليوم 77 قطعة في اليوم

نسبة تشغيل ماكينة التنظيف 82 %

نسبة تشغيل ماكينة التشغيل = 78 %

نسبة تشغيل عربتي النقل (متوسط العربتين) = 28 %

الاقتراح الثاني : زيادة ماكينة تشغيل أخرى



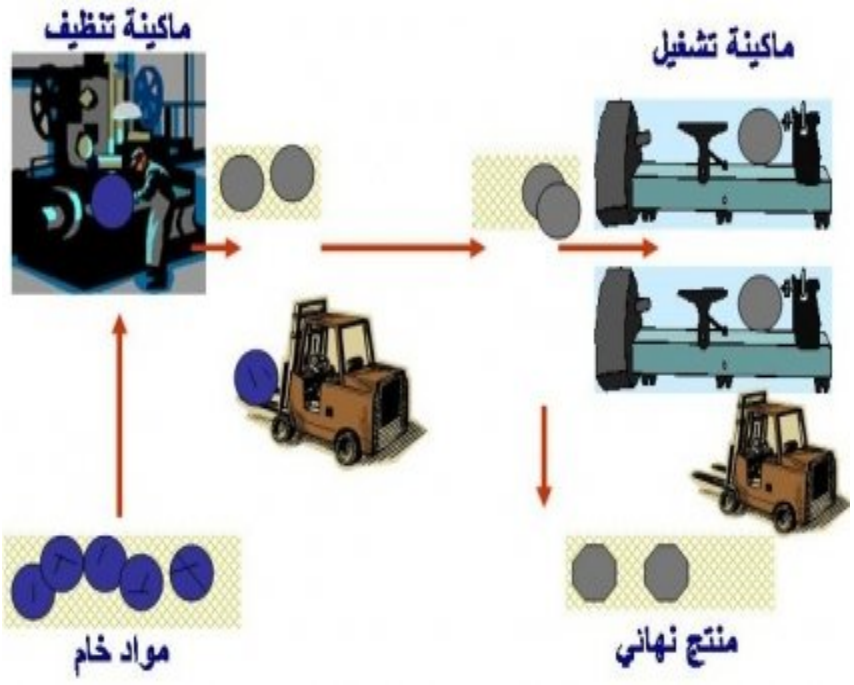
الإنتاجية في اليوم 72 قطعة في اليوم

نسبة تشغيل ماكينة التنظيف 69 %

نسبة تشغيل ماكينتي التشغيل (متوسط الماكينتين) = 36 %

نسبة تشغيل عربة النقل 42 %

الاقتراح الثالث : زيادة ماكينة تشغيل وعربة نقل في آن واحد



الإنتاجية في اليوم 83 قطعة في اليوم

نسبة تشغيل ماكينة التنظيف 80 %

نسبة تشغيل ماكينة التشغيل = 42 %

نسبة تشغيل عربة النقل 23 %

كما ترى فإننا تمكنا من دراسة العديد من الاقتراحات واستطعنا تقدير الإنتاجية في كل حالة. المحاكاة لا تقوم باتخاذ القرار ولكنها تقدر لنا مؤشرات الأداء المتوقعة وعلينا اتخاذ القرار. ففي المثال الحالي يتوقف اتخاذ القرار على ربحية القطعة وعلى تكلفة ماكينة التشغيل وتكلفة عربة النقل وكذلك على حجم الطلب المتوقع في السوق

ماذا لو لم نستخدم المحاكاة واعتمدنا على أوقات التشغيل؟

أولا: نظرا لأن نسبة تشغيل عربة النقل في الوضع الحالي هي 52% فإننا قد نعتبر أن فكرة إضافة عربة أخرى هي فكرة سخيفة لا تستحق الدراسة ولا يمكن أن تؤدي إلى زيادة الإنتاجية، وهو ما أثبتنا عكسه عن طريق المحاكاة. نسبة التشغيل تعبر عن نسبة الوقت الذي كانت العربة فيه تقوم بنقل شيء ما، وهذه النسبة لا توضح إن كانت العربة تسببت في تعطيل الإنتاج أم لا. تعطيل الإنتاج يحدث عندما تكون الماكينتين في حاجة إلى العربة في نفس الوقت، وهذا ما لا يمكننا معرفته عن طريق نسبة التشغيل ولكننا يمكننا تقديره باستخدام المحاكاة كما فعلنا

ثانيا: كنا سنعتمد على متوسط أوقات التشغيل والنقل وهي

وقت التشغيل في ماكينة التنظيف= 14 دقيقة

وقت التشغيل في ماكينة التشغيل 14.45 دقيقة

وقت التحميل والنقل = 3 دقيقة

وبالتالي كنا سنفترض أنه عند إضافة ماكينة تشغيل إضافية ستكون عملية التنظيف هي العملية الحرجة (أي العملية المحددة للإنتاجية) وبالتالي كنا سنقوم بحساب الإنتاجية كالآتي

وقت التشغيل والتحميل في ماكينة التنظيف 14 دقيقة + 3 دقائق = 17 دقيقة

الإنتاجية = 1440 دقيقة / 17 دقيقة = 85 قطعة في اليوم

بالطبع هذه الحسابات خاطئة لأننا أثبتنا بالمحاكاة أن الإنتاجية ستصل إلى 72 قطعة في اليوم وليست 85 قطعة في اليوم. بل إنه مع إضافة عربة نقل أخرى سنصل إلى 83 قطعة فقط

هل يمكن إضافة تأثير الصيانة الدورية والأعطال المفاجئة؟
نعم. يمكن إضافة كل ذلك

هل يمكن إضافة أوقات راحة سائق العربة؟
نعم

لم نأخذ في الاعتبار أن هناك قطع سيتم إعادة تشغيلها. هل يمكن إضافة ذلك؟
نعم

اعتبرنا في هذا المثال أن وقت التحميل والتفريغ ثابت ولكنه يختلف من مرة لأخرى. هل يمكن أن يكون وقت التحميل متغيرا مثل أوقات التشغيل؟
نعم

هل يمكن أن يكون وقت التحميل مختلفا من مكان لآخر؟
نعم

هل يمكن دراسة إضافة سير نقال مع عربة النقل؟
نعم

هل يمكن دراسة إضافة ونش علوي؟
نعم

هل يمكن أن ندرس عملية أخرى يتم فيها تشغيل عدة منتجات مختلفة على نفس الماكينات؟
نعم. يمكن كذلك أن تكون هذه المنتجات لها مسارات مختلفة بمعنى أن كل منتج يتم على مجمعة من الماكينات

كم يستغرق بناء نموذج المحاكاة؟

بناء النموذج الحالي ربما استغرق ساعة أو اثنين ولكن الحصول على أوقات التشغيل و النقل تحتاج عدة أيام لقياسها. النماذج الأكثر تعقيدا ربما احتاجت وقتا أطول لبنائها مثل عدة أيام أو عدة أسابيع

كم يستغرق وقت دراسة كل مقترح؟

للحصول على نتائج تشغيل المصنع لمدة عشرة أيام متتالية يحتاج الأمر أقل من 10 ثوان

هل تختلف برامج المحاكاة في إمكانياتها؟

نعم. فقد تجد بعضهم لا يتيح مثلا إضافة ونش علوي. بعض البرامج به الكثير من الإمكانيات وبعضها يكون محدودا في إمكانياته ولكن هذا يكون له تأثير على سعر البرنامج. ينبغي شراء البرنامج المناسب للاستخدام

ماذا عن رؤية العملية الصناعية بالرسوم المتحركة؟

بعض البرامج – مثل البرنامج الذي استخدمته لحل هذا المثال- تمكنك من رؤية العملية بالرسوم المتحركة وهو ما يمكنك من تتبعها ومعرفة بعض المشاكل وتصور تأثير الاقتراحات على أسلوب العمل

تطبيق عربي في الهندسة الصناعية: استخدام المحاكاة لدراسة توسعات مصنع

يونيو 27, 2008 في 8:37 م ·

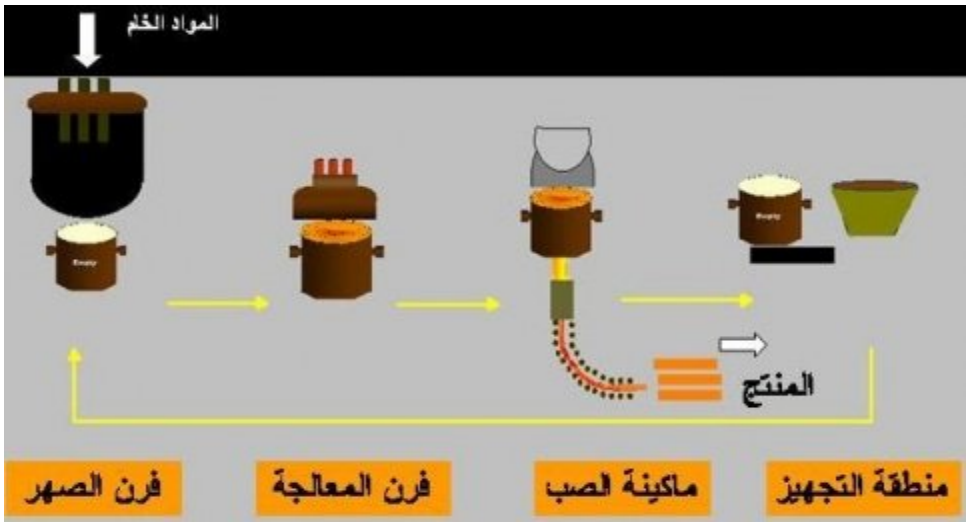
اقترحت في مقالة سابقة أن يرسل لي القراء بعض تطبيقاتهم في الإدارة وفي الهندسة الصناعية ولكن مع الأسف لم يصلني أي تطبيق في الهندسة الصناعية. ومع ذلك فإنني في هذه المقالة أعرض تطبيقا قمتُ به بنفسي في الهندسة الصناعية.

خلفية الموضوع:

رغبةً في زيادة الإنتاج قررت إحدى شركات إنتاج المعادن إضافة مُعدة جديدة وهي فرن حراري بحيث يزيد عدد هذه الأفران من 2 إلى 3. ولكن هذه الإضافة تم دراستها اعتمادا على المتوسط الحسابي لزمن كل عملية إنتاجية وكان هناك تخوف من عدم قدرة المعدات المساعدة على مواكبة هذه الزيادة في الطاقة الإنتاجية.

العملية الإنتاجية

يتم إنتاج المعدن عن طريق صهر المواد الخام ومعالجتها كيميائيا ثم صب المعدن المسال في مجاري مستطيلة (قوالب) مع تبريده كي يتجمد. تتكون العملية الإنتاجية من أربع مراحل موضحة في الشكل أدناه من اليسار إلى اليمين وهي كما يلي:



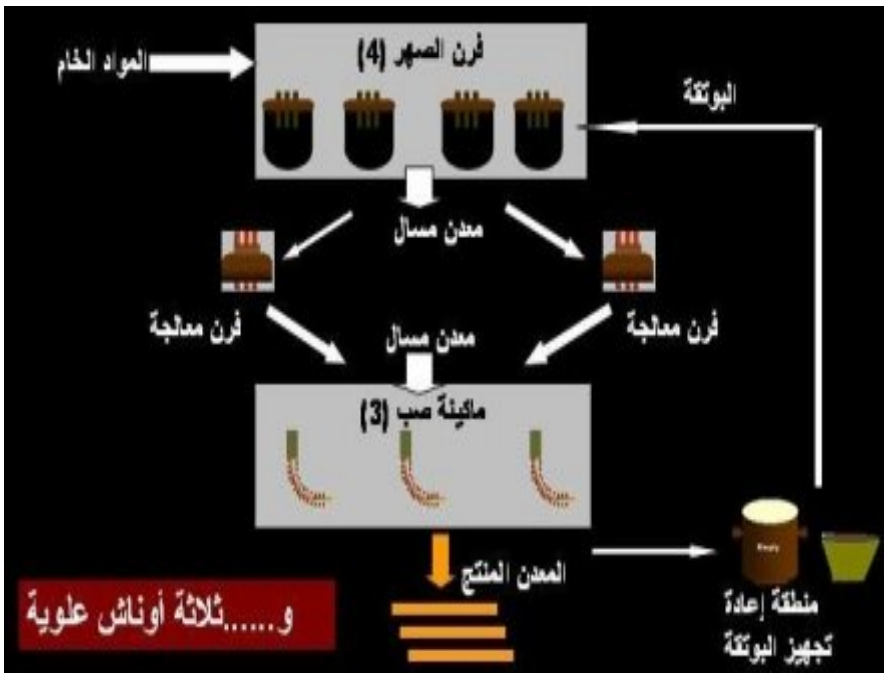
المرحلة الأولى: يتم إضافة المواد الخام إلى فرن الصهر حيث يتم صهر هذه المواد. في نهاية الصهر يتم صب المعدن المسال من الفرن إلى بوتقة (حلّة). هذه البوتقة هي التي تنقل المعدن بداخلها إلى المراحل التالية

المرحلة الثانية: يتم نقل البوتقة عن طريق ونش علوي إلى المرحلة الثانية وهي فرن المعالجة الكيميائية. يتم إدخال البوتقة تحت الفرن حيث يتم التسخين وإضافة بعض المواد

المرحلة الثالثة: يتم نقل البوتقة عن طريق ونش علوي إلى المرحلة الثالثة وهي مرحلة صب المعدن وتبريده

المرحلة الرابعة: يتم تنظيف البوتقة الفارغة وإعادة تجهيزها لا ستخدامها مرة أخرى ومن ثم نقلها إلى فرن الصهر استعدادا إلى صب المعدن من الفرن مرة أخرى

هذه هي الفكرة الأساسية للعملية الإنتاجية. ولكن المصنع الي نتحدث عنه لم يكن به فرنا واحدا بل كان به أربع أفران للصهر وفرنين للمعالجة وثلاث ماكينات لصب المعدن.



التعديل المقترح:

التعديل المقترح هو زيادة عدد أفران المعالجة من اثنين إلى ثلاثة. زيادة فرن المعالجة تعني تقليل الوقت الذي تنتظره البوتقة ما بين فرن الصهر وفرن المعالجة وهذا يعني تقليل الفقد الحراري أثناء الانتظار. لاحظ أن درجة الحرارة المطلوبة عند الخروج من الفرن لابد أن تكون مرتفعة بحيث يمكن للمعدن المسال أن يفقد بعض الحرارة دون أن يتجمد. لذلك فإن تقليل الفقد الحراري يعني تقليل درجة

الحرارة المطلوبة عند الخروج من فرن الصهر وهو ما يعني زمن تسخين أقل. لذلك فإن هذا يعني زيادة إنتاجية فرن الصهر.

المعدات المساعدة:

كما ذكرت فإن البوتقة تتحرك من مرحلة لأخرى عن طريق أوناش علوية تتحرك على قضيبين. عدد الاوناش هو 3 وهي كلها تتحرك على نفس القضيب. تنسيق حركة هذه الأوناش كانت عملية معقدة وبالتالي فإن تنسيقها بعد زيادة فرن المعالجة سيكون أصعب.

دور الهندسة الصناعية

عندما علمتُ بهذا التعديل فكرت في قيمة استخدام المحاكاة لدراسة تأثير هذه الزيادة في عدد الأفران وتأثير ذلك على الأوناش العلوية. كان هناك تخوف من عدم قدرة الأوناش على تحمل زيادة الإنتاج والتي تعني زيادة عدد عمليات نقل البواتق من مرحلة الأخرى. وبالتالي فإن المحاكاة Simulation كانت وسيلة مثالية لذلك الغرض إذ إن الطرق الحسابية لا يمكن أن تعطينا تقديرا صحيحا لهذا الأمر. لاحظ أن دراسة الأوناش لا تعني مجرد حساب الوقت الكلي لتشغيلها أو نسبة وقت التشغيل إلى وقت العمل ولكن السؤال هو هل تؤثر الأوناش على حجم الإنتاج؟ قد يكون وقت تشغيل الونش هو 20% ولكنه يؤدي إلى تعطيل الإنتاج لأنه يكون مطلوبا في عمليتين في نفس الوقت بحيث يكون تاخير أيا منهما يؤدي إلى نقص الإنتاج.

اقترحت على إدارة المؤسسة استخدام المحاكاة وأوضحت لهم كيف يمكننا القيام بذلك وقد وجدت بعض الاهتمام من الإدارة. وحاولت إقناع المسئولين عن تشغيل هذا المصنع ولكن الأمر قوبل برفض شديد من جانبهم. سبب هذا الرفض يرجع إلى حداثة المحاكاة وإلى ما تؤدي إليه من بيان لقدرات المصنع الحقيقية وهو ما قد لا يكون أمرا محببا لمدير الإنتاج. يرغب بعض المديرين في ألا تكون قدراته الإنتاجية واضحة تماما لمديريه. استغرق الأمر بعض الوقت حتى وافقت إدارة المؤسسة على شراء برنامج محاكاة وهو بروموديل ProModel وهو من البرامج القوية في هذا المجال.

بناء النموذج

استغرق بناء النموذج من شهرين إلى ثلاثة أشهر وهذا يشمل تجميع البيانات وتصميم النموذج والتأكد من صحته ثم استخدامه. الخطوات التي اتبعتها كالتالي:

1- بناء نموذج مصغر ومبسط للتأكد من وجود قدرة على القيام بالنموذج الحقيقي ولتوضيح ماهية المحاكاة للآخرين

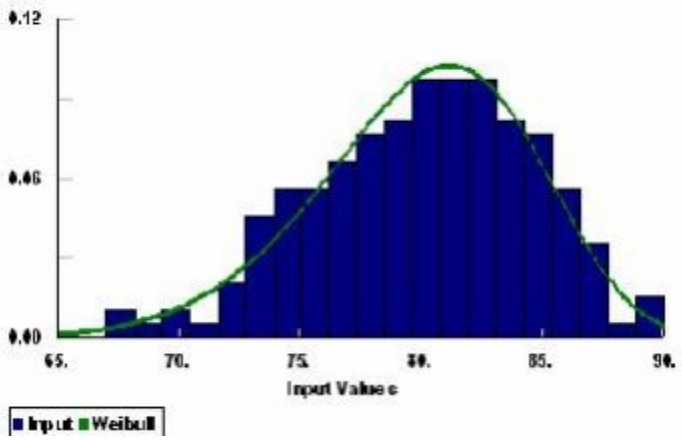
2- دراسة البيانات المطلوبة: قمت بحصر البيانات التي سوف أحتاجها في بناء النموذج وساعدني بعض الزملاء ممن لديهم خبرة أكثر في تشغيل هذا المصنع.

3- تجميع البيانات: هذه كانت العقبة الكبرى حيث كان رفض مديري التشغيل للموضوع سببا في رفض مساعدتي تماما. إلا أنه مع بعض الضغوط من إدارة المؤسسة بدؤوا في إعطائي بعض البيانات. ومع

ذلك فقد وجدت أن عليّ جمع بعض البيانات بنفسي لتحري الدقة فقمت بقياس وقت تحميل البوتقة عن طريق الونش ووقت التنزيل. هذا الوقت يختلف من مرة لأخرى فقد يستغرق ما بين دقيقة إلى دقيقتان. تصورت أنني لن أجد من يقيس لي هذه الأوقات بدقة فتطوعت للقيام بذلك إيماناً مني بقيمة استخدام المحاكاة وأملا في أن بناء نموذج واحد سيكون وسيلة لاقتناع المديرين بجدوى هذا الأسلوب.

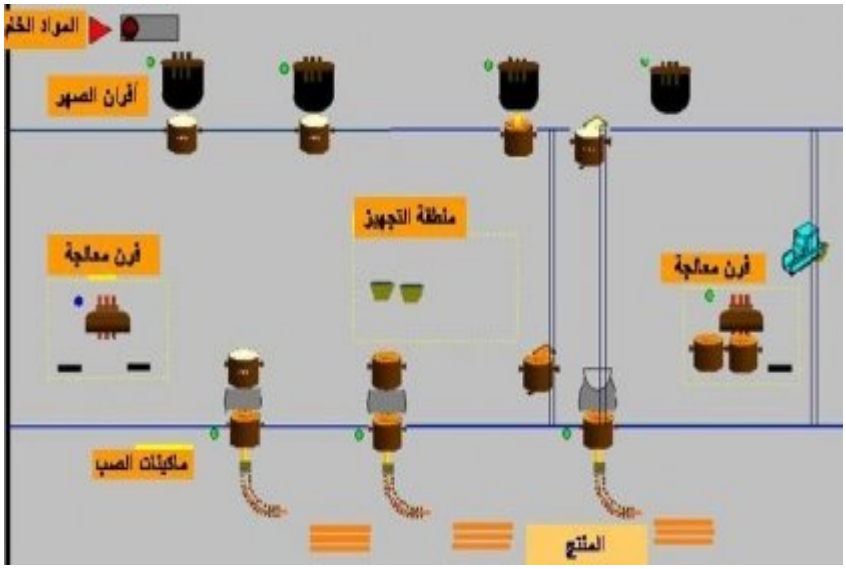
4- تحديد التوزيع المناسب لزمن كل عملية: المحاكاة تتميز بمحاكاتها للواقع كما هو فلا نفترض متوسط حسابي لزمن كل عملية وإنما نحاكي العملية بكل عشوائياتها وتغيراتها. لذلك فإنه يتم البحث عن التوزيع Distribution المناسب لزمن كل عملية. ربما تكون قد سمعت عن منحنى التوزيع الطبيعي Normal Distribution Curve ولكن هناك توزيعات كثيرة أخرى يتم البحث بينها عن التوزيع المناسب. ما هو التوزيع؟ افترض أن لدينا عملية قد يكون زمنها 77 دقيقة في 40% من الحالات ويكون زمنها 78 دقيقة في 20% من الوقت ويكون زمنها 74 دقيقة في 15% من الوقت ويكون 81 دقيقة في 5% من الوقت وهكذا. المنحنى الذي يمثل هذه القيم يسمى التوزيع. عند استخدام التوزيع المناسب فإن المحاكاة تقوم بتخليق زمن العملية بحيث يشابه هذا التوزيع ولا يكون مشابها للمتوسط الحسابي فقط.

للقيام بذلك استخدمت برنامج Stat fit الملحق ببرنامج بروموديل Promodel والذي يقوم بلك ببساطة شديدة. فهو يقترح عليك التوزيعات المناسبة ويعطيك الأرقام التي تحدد هذا التوزيع. ويمكنك كذلك من مقارنة التوزيع المقترح بالبيانات الحقيقية.



بعد تحديد التوزيع المناسب فإنه يتم إدخال بياناته في المكان المناسب في نموذج المحاكاة.

5- بناء نموذج مماثل للواقع: استغرق ذلك قتا وقمت به بالتوازي مع تجميع المعلومات. وقد كان قياسي لبعض الأوقات بنفسي سببا في اكتشافي لبعض الأنظمة التي تستخدم في الإنتاج والتي ينبغي إدخالها في النموذج. مع الأسف لم يكن هناك تعاون من جانب مديري التشغيل في مراجعة النموذج ولكنني بذلت مجهودا في التحقق من صحة النموذج واستعنت بكثيرين وبدأت أطرح الأسئلة على مديري التشغيل.

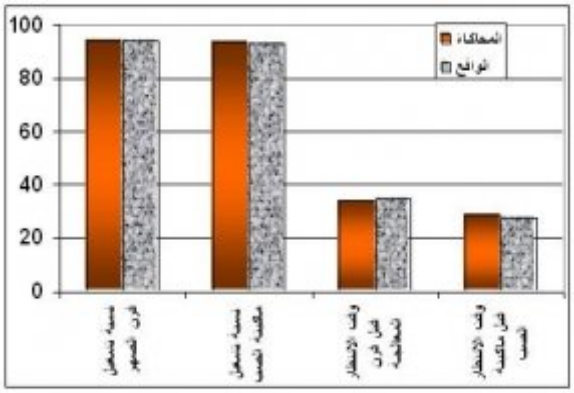


أما محاكاة الأوناش فقد تمت باستخدام أسلوب البرنامج في تعريف الأوناش فحددت سرعتها مع تحديد النقاط التي تتحرك منها وإليها بإحداثياتها الحقيقية. بالإضافة لذلك فقد أدخلت أوقات التحميل (التصبين) والتنزيل كأوقات انتظار بمعنى أن الونش والبوتقة ينتظران لفترة التحميل عند نقطة التحميل وكذلك عند نقطة التنزيل.

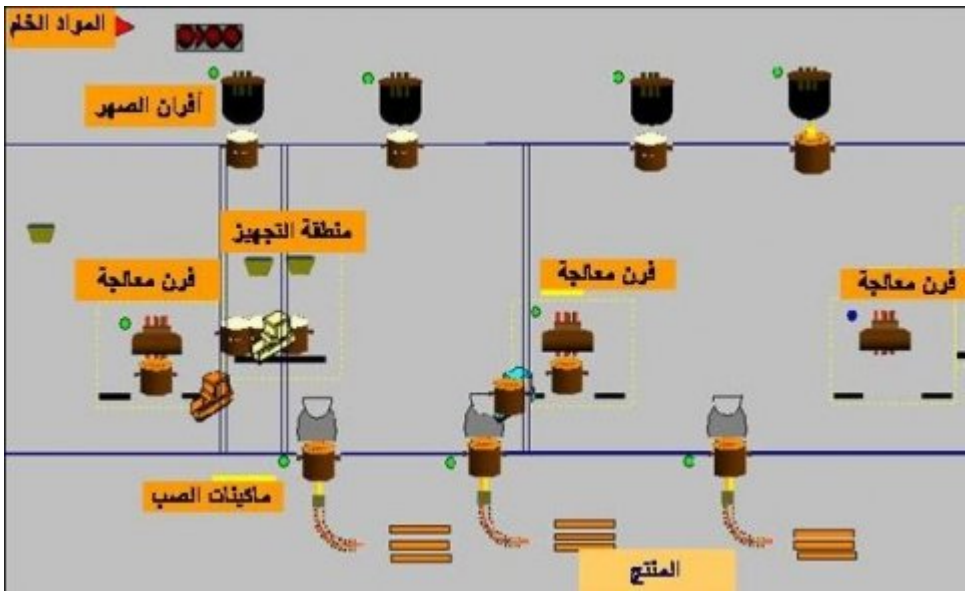
أدخلت كذلك أوقات الصيانة والتوقفات وأعمال الونش المختلفة. بعض الأعمال الجانبية تم إدخالها كما لو كانت فترة توقف. كما تعرف فإن من المهم تحديد ما هو مؤثر وما هو غير مؤثر في نموذج المحاكاة.

يمكنك مشاهدة النموذج وهو يعمل من خلال ملف فيديو بالضغط على الرابط التالي: صورة متحركة للنموذج

6- التأكد من صحة النموذج: من الخطوات الأساسية في المحاكاة أن نتأكد من صحة النموذج. لذلك فقد قمتُ بمراجعة نتائج محاكة الحالة القائمة أي ما قبل زيادة فرن مع نتائج المصنع فمثلا قارنت حجم الإنتاج في الواقع مع حجم الإنتاج في النموذج. بالطبع مر النموذج بفترة تدقيق وتصحيح حتى وصلت للنتائج السليمة.



7- دراسة الوضع بعد التعديل: تم دراسة عدة أمور تخص الوضع بعد التعديل. أوضحت النتائج أن الأوناش لن منتع من زيادة الإنتاج وأن الزيادة في نسبة تشغيلها حوالي 5% فقط وأنها لن تؤدي إلى تعطل الإنتاج.



درستُ كذلك ما إذا كان من الأفضل أن يتم نقل البوتقة من كل فرن صهر إلى فرن المعالجة الحرارية القريب منه فقط لتجنب تعقد حركة النقل أم من الأفضل النقل إلى فرن المعالجة المتاح أينما كان. أظهرت النتائج أن عدم التخصيص أفضل لأن التخصيص سيؤدي إلى وقت انتظار طويل.

في بعض الأحيان يحدث عطل بأحد الأوناش وقد يستمر فترة طويلة. لذلك فقد درست حالة العمل بونشين فقط. وأظهرت النتائج انخفاضا يصل إلى حوالي 3.5% في الإنتاجية اليومية.

درستُ كذلك إنتاجية المصنع في أيام الصيانة والتي قد يتوقف فيها فرنان للصهر مع فرن معالجة حرارية مع ماكينة صب أو حالة توقف فرن واحد فقط. وحددت الإنتاجية المتوقعة في كل حالة. ومن هنا تيسر حساب الإنتاجية السنوية بحساب إنتاجية أيام العمل العادية مع إنتاجية أوقات الصيانة والتوقفات الطويلة. وبالتالي تم حساب نسبة الزيادة في الإنتاج.

نهاية القصة

أعددتُ تقريرا بالنتائج والتي لاقت اهتماما من إدارة المؤسسة لكنها لم تلق صدى لدى مديري التشغيل ومع ذلك فقد حدث بعد ذلك أن طلب مديري التشغيل استخدام النموذج لتقدير بعض الحالات الجديدة. ومن مميزات المحاكاة أنك بمجرد بناء النموذج والتأكد من صحته فإنه يمكنك دراسة أي حالة في فترة قصيرة جدا.

شاركتُ بعد إعداد النموذج في مؤتمر لشركة بروموديل ProModel وعرضت هذا التطبيق وقد لاقى العرض اهتماما من الحاضرين. وقد عرض مشارك من كوريا الجنوبية تطبيقاً مشابها لنفس المشكلة وكذلك عرض مشارك آخر من ألمانيا دراسته لقدرة الأوناش على مواكبة زيادة الإنتاج.

من أسباب استكمال هذا التطبيق أن مديري المباشر آنذاك كان متفتحا ومن النوع الذي يساند مرؤوسيه لذلك فقد كافح كثيرا لمساندتي في هذا المشروع. ومررنا سويا بأوقات صعبة ولكننا احتملنا واستطعنا إكمال الدراسة.

لم تكن التجربة يسيرة وربما لم أحقق نجاحا كاملا فقد كنت أتمنى أن أجد قبولا من مديري التشغيل لأنهم هم المعنيون بهذا التطبيق. ولكنني قدمت شيئا لم يكن معروفا وأصبح كثيرون يعرفون ما هي المحاكاة Simulation وأصبح من الوارد استخدامه في تطبيقات أخرى. وأثبتُ أن استخدام مثل هذه الأدوات ليس مستحيلا في عالمنا العربي.