إدارة الإنتاج والعمليات

قسم الإدارة العامة / كلية الإدارة والاقتصاد

المرحلة الرابعة / الكورس الأول

إعداد وتأليف

الأستاذ المساعد

حَيدر شاكر نوري البرزنجي

الفصل السادس

تخطيط الطاقة الإنتاجية

موضوعات الفصل:

المبحث الأول: التخطيط الاستراتيجي للطاقة

أولاً: مفهوم الطاقة الإنتاجية

ثانياً: أنواع خطط الطاقة

ثالثاً: المقاييس العامة للطاقة

المبحث الثاني: قياس الطاقات الإنتاجية

أولاً: أنواع مقاييس الطاقة

المبحث الثالث: استراتيجيات تخطيط الطاقة

أولاً: استراتيجيات تخطيط الطاقة

ثانياً: اقتصاديات الحجم

ثالثاً: تمارين

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

المبحث الأول

التخطيط الاستراتيجي للطاقة

أولاً: مفهوم الطاقة الإنتاجية

إن الطاقة هي " **أقصى كمية للمخرجات يمكن إنتاجها في وحدة إنتاجية واحدة. أي عدد الوحدات التي تستطيع المنظمة استقبالها وتخزينها وإنتاجها في مدة زمنيه معينه** ". وإن الوحدة الإنتاجية قد تكون ماكينة أو رجل أو محطة عمل أو خط إنتاج أو مصنع ...

إن قرارات طاقة المنظمة هي التي تحدد في الغالب الحاجة المطلوبة من رأس المال (التكاليف الثابتة)، ويجب على مدير العمليات التأكد من توازن الطاقة الإنتاجية مع الطلب المتوقع. زيادة الطاقة الإنتاجية أو نقصانها عن الطلب المتوقع قد يكلف المنظمة الكثير من المال والجهد .

إن هدف تخطيط أو قرار الطاقة هو تحديد المستوى المناسب من الطاقة لمقابلة الطلب على منتجات المنظمة، أي تخطيط الطاقة يضمن بأن الطاقة المتاحة تقابل أو توازن الطلب المتنبئ به في الأمد الطويل عن طريق اختيار المزيج الملائم من المكائن والمعدات والعاملين ...

وبناءً على ما تقدم فان امتلاك طاقة فائضة أو منخفضة سيكون مؤذياً للمنظمة في كلتا الحالتين، وعليه تعالج هذه المشكلة بالتخطيط الاستراتيجي للطاقة، للموازنة بين الطاقة الإنتاجية في المنظمة مقابل الطلب على منتجات المنظمة .

فالتخطيط الاستراتيجي للطاقة إذاً هو " **عملية تحديد أنواع وكميات المواد التي تحتاجها المنظمة لتنفيذ خطتها الاستراتيجية لمواجهة الطلب المتوقع على منتجاتها** ".

ثانياً: ثانياً: أنواع خطط الطاقة

إن خطط الطاقة في المنظمات توضع في مستويين، هما:

1. **خطط الطاقة طويلة الأمد:** وتختص بالتخطيط الاستراتيجي مثل الاستثمار في التكنولوجيا والمعدات الحديثة أو إنشاء مصنع جديد. وهذا النوع من التخطيط خاص بمدة زمنية طويلة وغالباً ما يكون مكلف مادياً .
2. **خطط الطاقة قصيرة الأمد:** وترتكز على عمليات الغرض منها موازنة الطاقة الإنتاجية مع الطلب على المنتج. ويمكن عمل تلك الموازنة بأحد المدخلين الآتيين:

أ. **مدخل إدارة الطلب:** ويتم بموجبة تعديل الطلب لموازنة الطاقة المتاحة ويدار من قبل إدارة التسويق بأساليب متعددة منها:

- ✓ تغيير السعر ارتفاعاً أو انخفاضاً مع الأخذ في الاعتبار أسعار المنتجات المنافسة وتكلفة المنتج .
- ✓ زيادة أو خفض المجهودات التسويقية .
- ✓ استخدام نظام الحجز أو نظام المواعيد عندما تكون الطاقة اقل من الطلب

ب. مدخل إدارة الطاقة: ويتم بموجبة تعديل الطاقة لموازنة الطلب باستخدام أساليب متعددة منها:

- ✓ تغيير عدد ساعات العمل اليومي أو تغيير عدد وجبات العمل Shifts .
- ✓ تشغيل عمال جدد أو مؤقتين أو استخدام التشغيل على أساس الدوام الجزئي أو تسريح العاملين في حال الرغبة بتخفيض الطاقة .
- ✓ إعادة جدولة برامج الصيانة وغيرها .

ثالثاً: المقاييس العامة للطاقة

إن الطاقة هي اقصى مقدار أو كمية من المخرجات يمكن إنتاجها بواسطة نظام خلال مدة ومنية معينة، مثل عدد أطنان أو الأميال أو ساعات العمل ...، ولذلك لا يوجد مقياس عام واحد يصلح لقياس الطاقة في جميع المنظمات، ومع ذلك يمكن التعبير عن الطاقة بأحد طريقتين أو قسمين، هما:

1. **مقاييس المخرجات:** وتستخدم عادة في الشركات المركزة على المنتج (Product Focused Firms) التي تستخدم منتج نمطي واحد أو عدد قليل من المنتجات النمطية. وتكون اقل فائدة في حال زيادة الايصاء (Customization) للمنتج. ويمكن أن يعبر عن حجم الطاقة بعدد الوحدات المنتجة في فتره زمنية معينة .
2. **مقاييس المدخلات:** وتستخدم في الشركات المركزة على العملية (Process Focused Firms) التي تنتج منتجات متعددة. ويمكن أن يعبر عن حجم الطاقة بعدد ساعات العمل خلال فترة معينة .

ملاحظة: غالباً ما يحسب الطلب المتوقع بعدد الوحدات لكن لعمل مقارنة بين طاقة الإنتاج والطلب المتوقع يجب حساب الطلب المتوقع بنفس مقاييس حساب طاقة الإنتاج .

المبحث الثاني

قياس الطاقات الإنتاجية

أولاً: أنواع مقاييس الطاقة

تتعدد المقاييس التي يتم عن طريقها حساب الطاقة الإنتاجية، وسنتناول منها الاتي:

1. الطاقة القصوى (Maximum Capacity) أو الطاقة التصميمية (Design Capacity)

وهي عبارة عن أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف مثالية، أي أنها تمثل الطاقة النظرية التصميمية التي لا تأخذ في الحسبان أوقات الصيانة الدورية وأوقات التهيئة والإعداد والتوقفات غير المتوقعة، وتحتسب كما في المعادلات الآتية:

a) الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الساعات المتاحة في السنة)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة (AT)

$$DC = H \times S \times D \times W \times N$$

H: ساعات العمل لكل وجبة عمل

S: عدد وجبات العمل لكل يوم

D: عدد أيام العمل في الأسبوع

W: عدد أسابيع العمل في السنة

N: عدد المكائن المتوفرة من نفس النوع

b) الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الوحدات المنتجة في السنة)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة (AT) × عدد الوحدات المنتجة في الساعة الواحدة

$$DC = AT \times Q$$

Q: عدد الوحدات المنتجة في الساعة

أو

$$DC = (H \times S \times D \times W \times N) \times Q$$

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

c) الطاقة التصميمية DC (باستخدام الوقت بالدقائق)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة (AT) × 60 ÷ الوقت المطلوب بالدقيقة لإنتاج وحدة واحدة

$$DC = (AT \times 60)/ M$$

M: الوقت المطلوب بالدقائق لإنتاج وحدة واحدة

أو

$$DC = [(H \times S \times D \times W \times N) \times 60]/ M$$

2. الطاقة الفاعلة EC – Effective Capacity (طاقة النظام System Capacity)

وهي أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف اعتيادية أكثر واقعية وهي عادة تكون أقل من الطاقة التصميمية. وتسمى (طاقة النظام)، أي إن الطاقة الفاعلة هي نسبة الطاقة المتوقعة (Expected Capacity – ExC) إلى الطاقة التصميمية .

$$EC = (\frac{ExC}{DC}) \times 100$$

وقد يتم حساب الطاقة الفاعلة ككمية إنتاج بالوحدات وليس كنسبة من الطاقة التصميمية .

$$EC = DC - CC$$

إذ أن CC تعبر عن الطاقة الخامدة ($CC = \%100 - U$)

و U تعبر عن معدل استغلال الطاقة .

مثال: على فرض أن الطاقة التصميمية لمصنع الحديد والصلب في العراق (1250) طن سنوياً، وقدرت الطاقة المتوقع تحقيقها بما يعادل (1000) طن سنوياً، فما نسبة الطاقة الفاعلة (طاقة النظام) للمصنع .

الحل:

الطاقة الفاعلة $EC = (\frac{ExC}{DC}) \times 100$

$$EC = (\frac{1000}{1250}) \times 100 = 80\%$$

تمرين: في مصنع بغداد لصناعة اللدائن تبلغ الطاقة الإنتاجية (900) ساعة فصلياً، وان إدارته ترغب بالاحتفاظ بطاقة خامدة (محجوزة أو معطلة) بمقدار 20%، فما نسبة الطاقة الفاعلة (طاقة النظام) للمصنع وما مقدارها؟.

3. الطاقة المبرهنة Demonstrated Capacity أو المخرجات الفعلية Actual Output (AO)

وهي المقياس الحقيقي للمخرجات التي يحققها النظام خلال فترة زمنيه معينة، إذ يؤخذ في الحسبان تأثرها بالعوامل ذات الأمد القصير مثل عدد الوحدات المعيبة وتعطل المكائن وغياب العاملين وغيرها .

والطاقة المبرهنة هي المخرجات الفعلية للنظام الإنتاجي، أي المخرجات الفعلية للطاقة الفاعلة .

وقد تساوي الطاقة الفاعلة أو قد تكون المخرجات الفعلية أقل من الطاقة الفاعلة، والحالة الثانية هي الحالة السائدة على الأغلب .

ومما ورد يوجد مقياسان يتعاملان مع المخرج الفعلي (المبرهن) وهما مقياس كفاءة النظام ومقياس مستوى الاستخدام، وكالآتي:

4. كفاءة النظام System Efficiency – SE

وهي النسبة الفعلية للمخرجات القصوى التي يمكن الوصول إليها في ظروف عمل اعتيادية، ولذلك فهي تحسب مع الطاقة الفاعلة، أي نسبة المخرج الفعلي مع الطاقة الفاعلة، كما في المعادلة الآتية:

$$SE = (AO / EC) \times 100$$

إن الاعتماد على طريقة استخدام وإدارة المنظمة، قد يكون من الصعوبة تحقيق كفاءة نظام بنسبة 100% ولذلك غالباً ما يتم تقييم مدير العمليات بناءً على كفاءة النظام. ومن أهم عوامل تطوير كفاءة النظام هي تصحيح مشاكل الجودة وجدولة الأعمال بطريقة صحيحة والتدريب والصيانة.

5. مستوى الاستخدام Utilization – U

وهو النسبة الفعلية للمخرجات القصوى التي يمكن الوصول إليها في ظروف مثالية، أي هو مقياس يعبر عن نسبة إشغال الطاقة التصميمية، وهو نسبة المخرجات الفعلية إلى الطاقة التصميمية، كما في المعادلة الآتية:

$$U = (AO / DC) \times 100$$

6. الطاقة المقدرة (Rated Capacity – RC)

وهي الطاقة القصوى القابلة للاستخدام لنظام ما وهي دائماً أقل من أو تساوي الطاقة التصميمية ويمكن حسابها كالآتي:

RC = الطاقة التصميمية × كفاءة النظام × مستوى الاستخدام

$$RC = DC \times SE \times U$$

أو

RC = الطاقة التصميمية × الطاقة الفاعلة × كفاءة النظام

$$RC = DC \times EC \times SE$$

مثال: آلة صممت للعمل لفترة واحدة في اليوم بمعدل 8 ساعات يومياً وخمسة أيام في الأسبوع لإنتاج 150 وحدة في الساعة. قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية والتهيئة والإعداد بمعدل 15% من الوقت الكلي المتاح للآلة. بسبب العطلات والمخرجات المعيبة وغيابات العاملين بلغ إنتاج الآلة الفعلي في أحد الأسابيع 4500 وحدة .

المطلوب حساب: (الطاقة التصميمية) (الطاقة الفاعلة) (كفاءة النظام) (مستوى الاستخدام الآلة) (إنتاجية الآلة)

1. الطاقة التصميمية:

$$DC = 8 \times 1 \times 5 \times 150 = 6000 Units$$

الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

2. الطاقة الفاعلة (طاقة النظام):

$$EC = 8 \times 1 \times 5 \times 150 \times\ 0.85 = 5100 Units$$

3. كفاءة النظام:

$$SE = (4500/5100) \times 100 = 88.2\%$$

4. مستوى استخدام الآلة:

$$U = (4500/6000) \times 100 = 75\%$$

5. إنتاجية الآلة:

$$= [4500/(40hrs - 0.15 \times 40)] = 132.3 Units/hr$$

المبحث الثالث

استراتيجيات تخطيط الطاقة

أولاً: استراتيجيات تخطيط الطاقة

في استراتيجيات الطاقة يتم تحديد كمية الطاقة الحالية والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية واختيار الطرائق البديلة لبناء الطاقة، ولجل تطوير خطة طويلة الأمد للطاقة المطلوبة يجب إجراء مفاضلة اقتصادية بين كلفة الطاقة وكلفة الفرصة البديلة عند عدم توافر طاقة كافية، وان تؤخذ عوامل كثيرة في الحسبان عند اختيار استراتيجية تحديد حجم الطاقة والتوسع فيها، ومنها:

1. التغيرات التكنولوجية .
2. المنافسون وطاقاتهم .
3. حجم الاستثمارات المطلوبة .
4. تنبؤات الطلب واتجاهات الشراء لدى الزبائن .
5. مرحلة المنتج في دورة حياته .
6. وقت عملية التطوير والتوسيع .
7. التشريعات الحكومية .

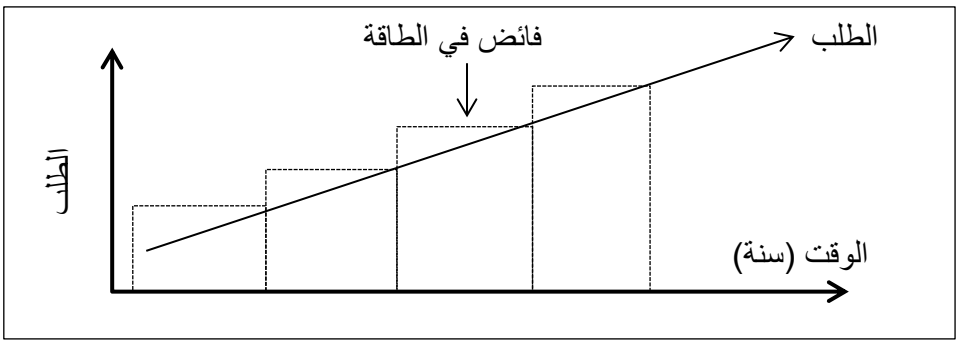
الأستاذ المساعد: حيدر شاكر البرزنجي

ولغرض إيضاح قرارات توسع الطاقة يجب معرفة الفروض المتعلقة بها، وهي:

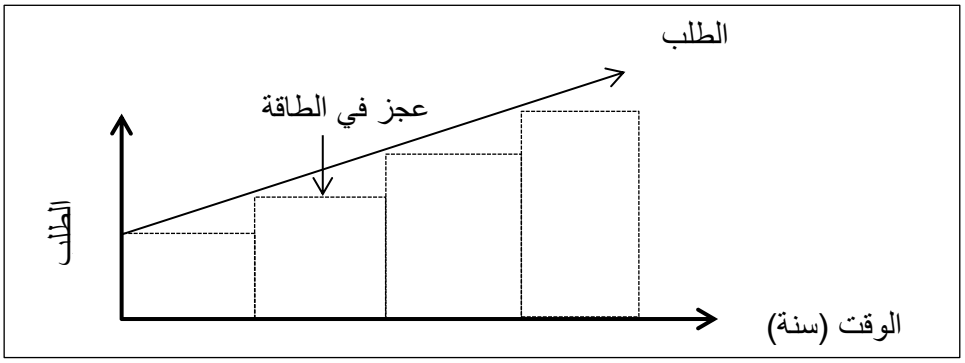
أ. إن الطلب على المنتج يزداد زيادة مستمرة منتظمة .والزيادة تحصل بكميات صغيرة .
ب. إن الطاقة تضاف أو تزداد من نقطة معينة بخطوة مستقلة وبكميات كبيرة .

إن الافتراضين السابقين يجعلان من الصعوبة بمكان موازنة الطاقة بالطلب ومقابلتهما. وللتعامل مع هذه المشكلة يمكن تبني مجموعة استراتيجيات بديلة للتعامل مع التوسع في الطاقة، وكما يأتي:

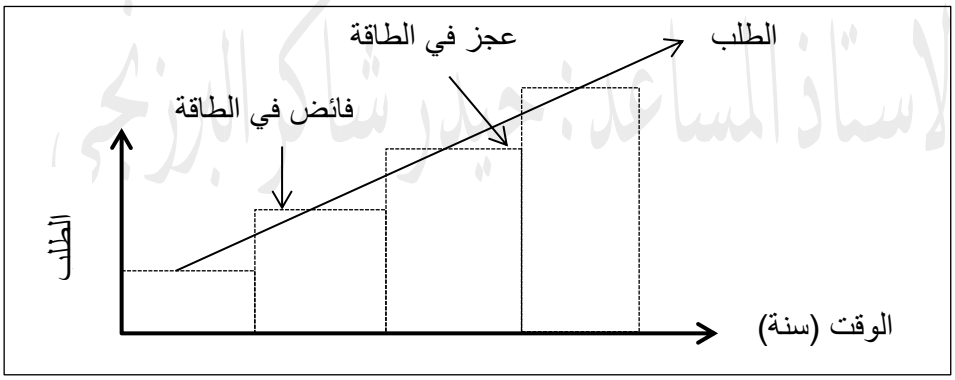
1. **استراتيجية قيادة الطاقة للطلب:** تعتمد هذه الاستراتيجية عندما تقوم المنظمة بالاستثمار في بناء طاقة جديدة تفوق أو تتقدم على الطلب بهدف عدم إتاحة الفرصة لخسارة المبيعات إلى المنافسين، كما في الشكل الاتي:



2. **استراتيجية تباطؤ الطاقة عن الطلب:** في هذه الاستراتيجية يتم التباطؤ في الطاقة أي اقل من الطلب بشكل مستمر، وذلك بالاعتماد على خيارات قصيرة الأمد لسد نقص الطاقة مثل العمل الإضافي، أو تشغيل عمال مؤقتين، أو نفاد المخزون، أو التعاقد مع المنظمات المنافسة والشبيهة أو تأجيل أعمال الصيانة لغرض مقابلة الطاقة مع الطلب. وسد العجز في الطاقة. كما في الشكل الاتي:



3. **استراتيجية مساواة أو مقابلة الطاقة مع الطلب:** في هذه الاستراتيجية يتم جعل الطاقة تقابل الطلب بصورة متقاربة، فمرة تكون أكبر من الطلب ومرة تكون أقل من الطلب وتتخذ الخيارات البديلة المشار إليها آنفاً. كما في الشكل الاتي:



أما العوامل التي تحفز المنظمات نحو الزيادة والتوسع المبكر في الطاقة فتتمثل بالآتي:

- عندما يكون الطلب متغير أو غير منتظم .
- تحقيق أرباح عالية .
- تكلفة عالية تترتب على الطلب الغير مشبع .
- تغيير مستمر في تشكيلة أو مزيج المنتج .
- عدم معرفة حجم الطاقة المطلوبة .

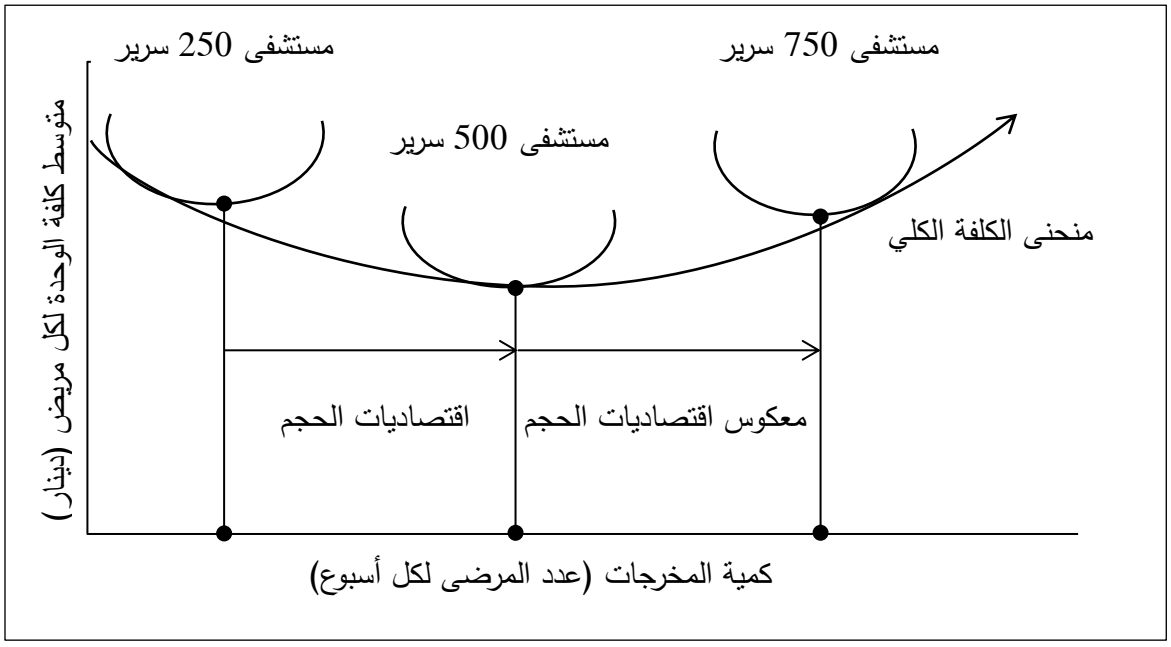
وعلى العكس فإن تكاليف رأس المال تعد العامل الرئيسي الذي يدعو إلى تأجيل التوسع في الطاقة .

ثانياً: اقتصاديات الحجم

إن بناء طاقة كبيرة أو التوسع بالطاقة بقفزات كبيرة يعني إنشاء وحدات أو مصانع كبيرة الحجم، ومن ثم زيادة في مخرجات هذه الوحدات أو المصانع، والذي بدوره يحقق اقتصاديات الحجم، ويشير مفهوم اقتصاديات الحجم إلى أن متوسط تكلفة الوحدة الواحدة من المنتج ينخفض كلما زادت كمية المخرجات وذلك لعدة أسباب هي:

1. ستوزع التكاليف الثابتة على أكبر عدد من المخرجات .
2. انخفاض تكاليف المواد الأولية نظراً لقوة المساومة التي تنتج من شراء كميات كبيرة .
3. التكاليف التأسيسية تنخفض بسبب أنها ثابتة سواءً كان الإنتاج كبير أم صغير .
4. عند إنتاج كميات كبيرة فإن المنظمة تتجه إلى التركيز على المنتج ومن ثم زيادة التخصص وتخفيض المخزون وتحسين العملية جراء امتلاك تكنولوجيا متخصصة تتسم بدرجة عالية مت الأتمتة وتقليل عدد مرات التهيئة ومن ثم التنافس على أساس السعر .

إن اقتصاديات الحجم تبقى في ظل حجم معين للمصنع، ولكن عندما يصبح المصنع كبير جداً فقد يظهر " معكوس اقتصاديات الحجم "، أي يزداد متوسط كلفة الوحدة الواحدة من المنتج ويعود السبب في ذلك إلى الإفراط في زيادة حجم الوحدات أو المصانع والذي يقود إلى التعقيد في إدارته وفقدان التركيز في العمل وعدم الكفاءة في استغلال الموارد وضعف نظام الاتصالات وفقدان مرونة الاستجابة في التغيرات في الطلب، كما في الشكل الآتي:



تمارين

تمرين 1: مكتب طباعة واستنساخ لديه 3 طابعات ليزرية، الطاقة الفاعلة للطابعات تبلغ 80% وكفاءة نظام العمل تبلغ 90%، يعمل المكتب 7 أيام وبـ 2 وجبة عمل في اليوم، طول الوجبة يبلغ 8 ساعات عمل، فاذا علمت أن كل طابعة صممت لإصدار 70 صفحة في الساعة (فما حجم الطاقة المقدرة للمكتب (النظام)؟) .

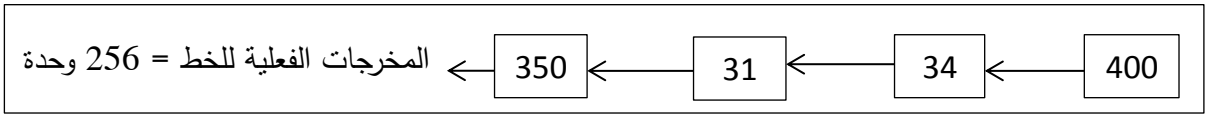
تمرين 2: يدرس أحد المصارف نصب صراف آلي تبلغ طاقة المعالجة له (3000) طلب من معاملات الزبائن، في اليوم، وبسبب بعض القيود فإن الصراف سيكون متاح أمام الزبائن بنسبة 60% من الوقت، ويتوقع أن يتم استخدام الصراف لمعالجة (1200) معاملة في اليوم فقط .

المطلوب: حساب: (طاقة النظام) (كفاءة النظام) (مستوى استخدام الصراف) (الطاقة المقدرة) .

تمرين 3: مصنع للملابس لديه 2 ماكنة، تبلغ الطاقة القصوى لكل منهما (100) وحدة، في وجبة عمل واحدة، وبواقع (10) ساعات يومياً للوجبة، وتستخدم الماكنتين 8 ساعات فعلية منها، ويبلغ إنتاج الماكنتين (140) وحدة

المطلوب: حساب: (الطاقة التصميمية) (الطاقة الفاعلة أو طاقة النظام) (الطاقة المبرهنة للماكنتين) (مستوى استخدام الطاقة) (كفاءة تشغيل الماكنتين أو النظام) (إنتاجية الماكنتين) .

تمرين 4: خط إنتاج في احد المصانع مؤلف من 4 محطات عمل تعمل بصورة متتالية، وطاقة كل محطة مبينة في الشكل الاتي:



المطلوب: حساب: (طاقة النظام) (كفاءة النظام) (كفاءة كل محطة من محطات العمل) .

تمرين 5: في مصنع المشرق يمر الإنتاج بـ 3 محطات عمل لها طاقات إنتاجيه فاعلة مختلفة كما مبينة في الجدول، وإن حجم المخرجات الفعلية للمصنع يبلغ (140) وحدة في اليوم .

محطات العمل	A	B	C
وقت الإنتاج للوحدة الواحدة	4	6	5
عدد المكائن في المحطة	2	1	2
ساعات العمل في اليوم	8	16	8

المطلوب: حساب: (الطاقة الفاعلة أو طاقة النظام لكل محطة وللمصنع بأكمله) (كفاءة كل محطة والمصنع بأكمله)