الوحدة العاشرة

التصميم والتكنولوجيا

الآن وقد أصبح لديك خلفية كبيرة عن نظريات وتطبيقات العلوم الهندسية والمواد المستخدمة فإن أحد أهم مهارات المهندس هى التصميم . والتصميم هو باختصار إيجاد حلّ لمطلب معين أو مشكلة فى الحياة وهو يمر بمراحل معينة يوضحها المثال التالى :

١ ـ الموقف نفسه :

يعانى بعض كبار السنّ من الخوف من صعود وهبوط السلّم وبالأخص فى المنازل متعددة الطوابق أحد الحلول هو العيش فى الأدوار السفلية أو فى منازل من دور واحد أو حتى الانتقال للعيش فى بيوت المسنين ، لكن البعض يعزّ عليه أن يغادر منزله .

٢ ـ تحليل الموقف :

وذلك لتحديد المشكلة بالضبط من خلال توجيه بعض الأسئلة إلى أصحاب المشكلة ، وأحياناً بأن تضع نفسك فى هذا الموقف أو تضع غيرك فيه وتراقب الأنشطة وردود الفعل المصاحبة التى يقوم بها . دوّن ملاحظاتك وضع موجزاً لها . هذا الموجز قد يكون بسيطاً مثل « صمم جهازًا للإنذار ضد السرقة للاستخدام فى المنزل » ، أو يكون تفصيلاً مثل : « صمم جهازًا للإنذار ضد السرقة داخل المنزل بحيث يحذر ضد الدخول غير القانونى من خلال النوافذ والأبواب بإطلاق صوت » .

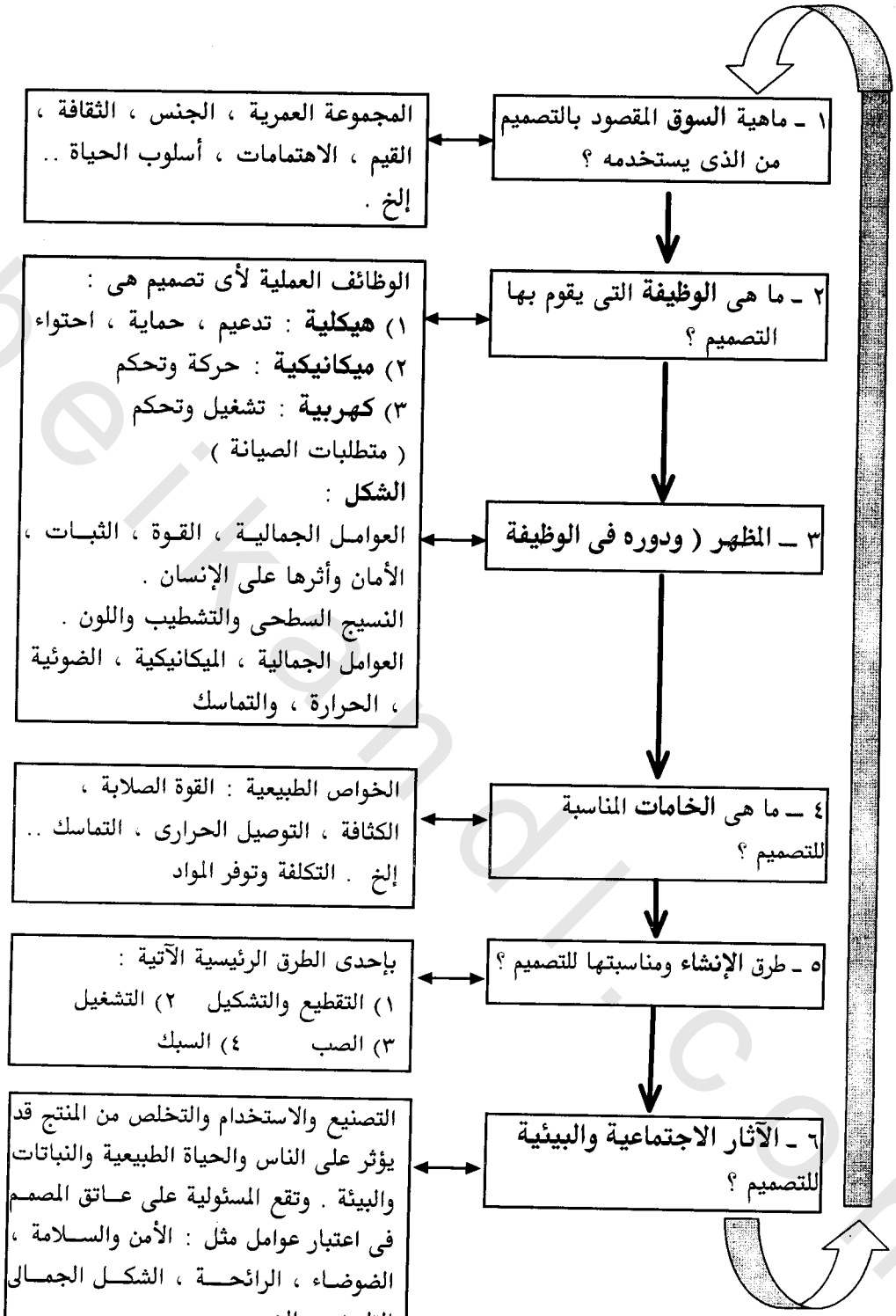
من الأهمية بمكان ألا يكون الموجز مبهماً بحيث لا يفهم المصمم بالضبط ماذا تريد ، كذلك لا ينبغى له أن يكون مفصلاً أكثر من اللازم .

« إن صعود السلم يمكن أن يكون صعبًا وأحيانًا مخيفًا لبعض كبار السنّ ، وتزداد المشكلة عند حمل أى شىء . هناك حاجة لنوع من أجهزة الرفع أو المساعدات للمعاونة فى صعود وهبوط السلم بأمان »

٣ ــ البحث :

أحيانًا يمكن حلّ المشكلة مباشرة باستخدام خبرتك العملية ومعرفتك . لكنه من أجل الحصول على أفضل الحلول فقد تحتاج إلى معلومات إضافية من خلال البحث . والبحث يتبع خريطة التدفق التالية :

obeikandl.com


١ ـ ماهية السوق المقصود بالتصميم من الذى يستخدمه ؟
المجموعة العمرية ، الجنس ، الثقافة ، القيم ، الاهتمامات ، أسلوب الحياة .. إلخ .
٢ ـ ما هى الوظيفة التى يقوم بها التصميم ؟
الوظائف العملية لأى تصميم هى :
١) هيكلية : تدعيم ، حماية ، احتواء
٢) ميكانيكية : حركة وتحكم
٣) كهربية : تشغيل وتحكم
(متطلبات الصيانة)
٣ ـ المظهر (ودوره فى الوظيفة
الشكل :
العوامل الجمالية ، القوة ، الثبات ، الأمان وأثرها على الإنسان .
النسيج السطحى والتشطيب واللون .
العوامل الجمالية ، الميكانيكية ، الضوئية ، الحرارة ، والتماسك
٤ ـ ما هى الخامات المناسبة للتصميم ؟
الخواص الطبيعية : القوة الصلابة ، الكثافة ، التوصيل الحرارى ، التماسك .. إلخ . التكلفة وتوفر المواد
٥ ـ طرق الإنشاء ومناسبتها للتصميم ؟
بإحدى الطرق الرئيسية الآتية :
١) التقطيع والتشكيل ٢) التشغيل
٣) الصب ٤) السبك
٦ ـ الآثار الاجتماعية والبيئية للتصميم ؟
التصنيع والاستخدام والتخلص من المنتج قد يؤثر على الناس والحياة الطبيعية والنباتات والبيئة . وتقع المسئولية على عاتق المصمم فى اعتبار عوامل مثل : الأمن والسلامة ، الضوضاء ، الرائحة ، الشكل الجمالى التلوث .. الخ

أما كيفية الحصول على المعلومات اللازمة فهو من خلال قراءة المجلات وصحف البيانات أو زيارة المتاحف والمحلات والتعرف على الأجهزة والمعدات المختلفة والمقامة بالأسواق . من ناحية أخرى فإنه يمكنك أيضًا الكتابة مباشرة إلى صناعة بعينها أو إلى أحد مراكز الأبحاث . كذلك فإن ملاحظة المنتجات المشابهة تعطيك بعض الأفكار لتبدأ منها وهذه الطريقة لها مشكلة واحدة وهى أنها تعطلك عن الابتكار .

من هذا البحث سوف تصل إلى بعض القيود التى تحدد طريقة تفكيرك عند التصميم

٤ ـ التوصيف :

وهذا يتعلق بالوصف التفصيلى للمشكلة المراد حلها وينبغى أن يحدد المطلوب تحقيقه من التصميم آخذًا فى الاعتبار القيود المستنتجة من البحث السابق ، جدير بالذكر أنه يتعلق بالمطلوب تحقيقه وليس كيفية التحقيق ، مثلاً :

أ ـ يجب أن يكون الجهاز قادراً على حمل أو مساعدة الشخص على صعود السلم .

ب ـ يجب أن يكون سهل الاستعمال بدون أى إضافات أو تحكمات معقدة .

جـ ـ يجب أن يكون آمنا بالنسبة للشخص المستخدم أو من حوله من الناس أو الحيوان .

د ـ ينبغى ألا يعرقل الاستخدام الطبيعى للسلم .

هـ ـ يجب أن يكون منمقًا جذابًا .

و ـ يجب ألا يكون مكلفًا فى تشغيله .

ز ـ يجب ألا يزيد ثمن المعدة عن ١٠٠٠ جنيه .

٥ ـ ضع بعض الحلول المكنة :

وفى هذه المرحلة فأنت تحتاج إلى كل خيالك حتى تفكر وترسم . استخدام ملاحظاتك عند البحث عن وظيفة التصميم وشكله والمواد المستخدمة وطريقة تصنيعه أو أثره على البيئة المحيطة .

٦ ـ اختر الحل الأمثل :

عد مرة أخرى إلى التوصيف عند المقارنة واختر التصميم الذى يؤدى إلى أفضل الحلول . قد تحتاج لعمل نماذج للمقارنة واختيار الحل الأمثل .

٧ ـ أعد رسومات التشغيل المطلوبة :

وهى التى تحتوى على كل التفاصيل اللازمة للإنشاء وتحتاج فى هذه المرحلة إلى التخطيط الجيد للأسباب الآتية :

أ ـ الانتهاء من العمل فى الوقت المحدد .

ب ـ ضمان توفير المواد اللازمة والأجزاء والمعدات عندما تحتاجها .

٨ ـ الإنشاء (أو التحقيق) :

وعادة ما يصنع نموذج مبدئى للمنتج فى هذه المرحلة وهى تشمل إنشاء الجهاز (تنفيذ التصميم) واختباره وإجراء التعديلات اللازمة لاستيفاء المطلوب منها طبقاً للتوصيف .

٩ ـ الاختبار النهائى والتقييم :

تقوم بالاختبار للتأكد من قيام التصميم بوظيفته على الوجه الأكمل وذلك بالرجوع إلى التوصيف وفحص كل مطلوب بمنتهى الدقة . وفى النهاية يمكن تحديد نقاط القوة والضعف فى التصميم وكذلك المواد المستخدمة وكيفية معالجتك للمشروع ككل . ويمكنك عمل ذلك من خلال الإجابة على الأسئلة الآتية :

١ ـ ما درجة قيام التصميم بوظيفته ؟

٢ ـ هل يفى باحتياجات المستخدم ؟

٣ ـ هل يعمل بكفاءة ؟

٤ ـ هل استخدام التصميم آمن ؟

٥ ـ هل يمكن صيانته بسهولة ؟

٦ ـ هل يبدو التصميم جيداً ؟

٧ ـ هل عملية التصنيع مباشرة سهلة أو صعبة معقدة ؟

obeikandl.com

٨ ـ هل تم استخدام أنسب المواد فيما يعنى الشكل والأمان والاعتمادية والصلابة والجودة ككل ؟

٩ ـ هل تكلف أكثر أم أقل من المتوقع ؟

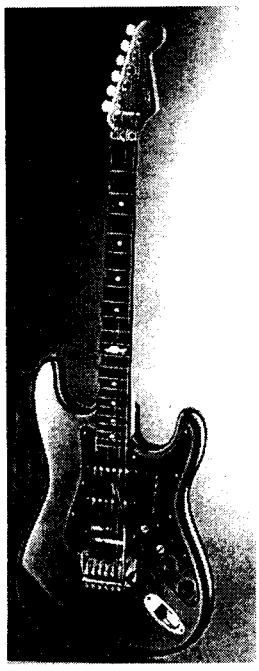
١٠ ـ ما هى الآثار الناتجة من استخدامه على المجتمع والبيئة ؟

١١ ـ كيف نستطيع تحسين التصميم ؟

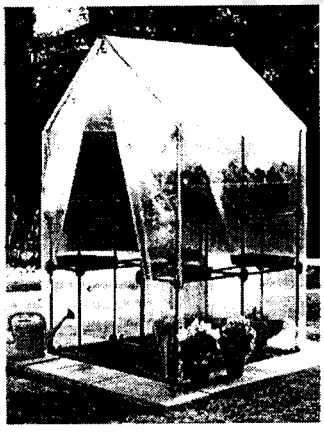
وحتى يكون التصميم جيدًا فإن هناك ناحيتين هامتين لابد أن نأخذهما فى الاعتبار :

الأولى : الجماليات Aesthetics :

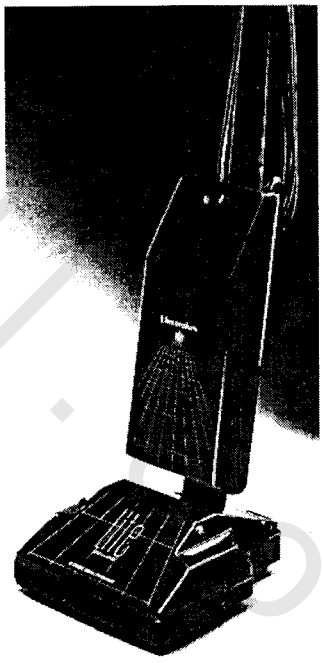
هذا لأن لدينا أحاسيس ومشاعر فإنه من المهم أن تبدو الأشياء من حولنا جميلة جذابة من حيث المظهر أو الملمس أو الرائحة أو الصوت أو حتى المذاق . وهذا ما تبينه الأشكال التالية :



جيتار

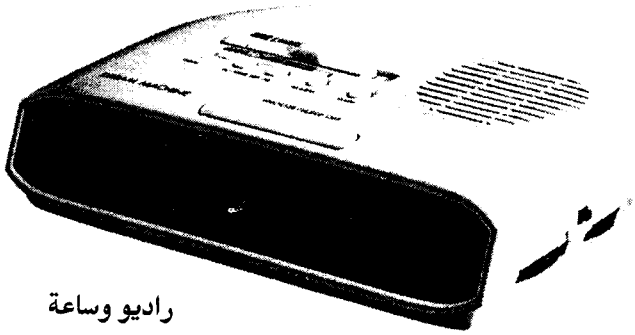


صوبة



مكنسة كهربية

طائرة كونكورد



راديو وساعة

• الثانية : الأمن والكفاءة :

ويختص بهذا علم كامل اسمه الإرجونومكس Ergonomics . ولأن معظم الأشياء التى نستخدمها لابد أن نلمسها أو نمسك بها أو نرفعها أو نحملها ونشغلها أو نقف أو نجلس عليها فإنه من وجهة نظر الصحة والسلامة والراحة لابد وأن يضع المصمم فى اعتباره ثلاثة أشياء :

أ ـ حجم المستخدم . ب ـ حركة المستخدم عند استعمال التصميم .

جـ ـ ردود فعل الجسم تجاه هذا التصميم من خلال الحواس .

• أولاً : الجماليات :

ويختص بها التصميم المرئى ويتناول الخطوط والأشكال بما تتميز بأشكالها الهندسية وأعماقها وهكذا . كذلك يدخل فيها الألوان والنسيج .

والنسيج هو ما يعرف بشكل السطح وهو الذى نراه ونحسه أيضًا وهو أيضًا ما يميز المواد عن بعضها بصفة مبدئية . ومع ذلك فإن هذا النسيج للمادة الواحدة يختلف طبقاً للطريقة المستخدمة فى الحصول عليه ، فمثلاً الخشب المحفور يختلف تماماً عن الخشب المسوح .

كذلك فالألومنيوم المصبوب فى قالب يختلف عن ذلك المصبوب فى الرمل . أما فى حالة البلاستيك بصفة خاصة فإن العديد يمكن الحصول عليه اعتمادًا على نوع البوليمر وسطح القالب المستخدم . من ناحية أخرى فإننا نرى النسيج عند

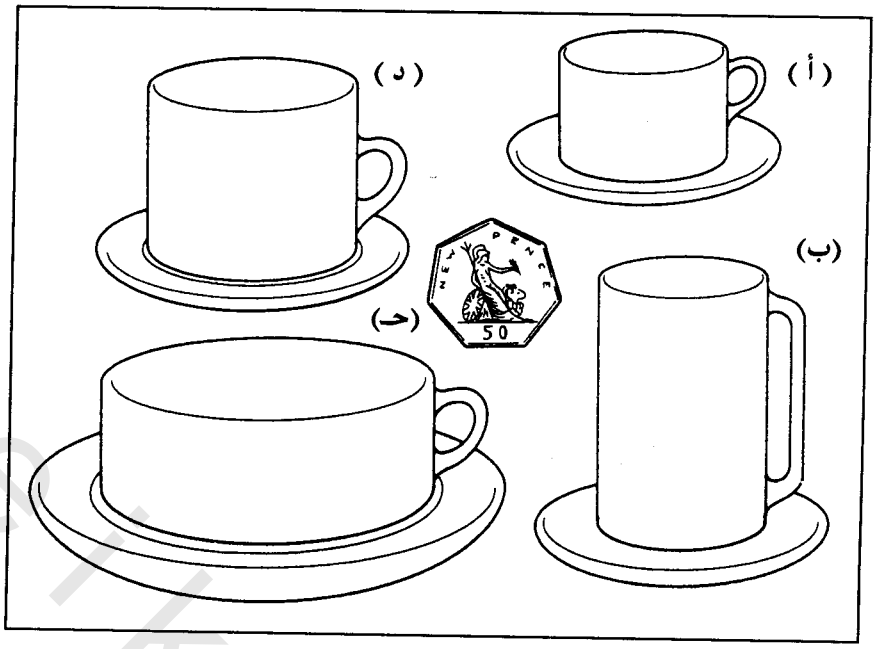
obeikandl.com

وقوع الضوء على سطح المادة وانعكاسه عليها ، وكلما كان الضوء قويًا كلما كان مظهر السطح أكثر خشونة . إن الإحساس بالنسيج يتنوع بين الخشن والناعم والجامد واللين والدافئ والبارد وكل هذه الخواص مهمة جدًا لوظيفة التصميم فمثلاً بينما يجب أن تكون الأسطح فى المطبخ ناعمة لأسباب السلامة (يجب أن تكون سهلة التنظيف) فإن أسطح الأرصفة على العكس يجب أن تكون خشنة لتحفظنا من الانزلاق عندما تكون مبتلة .

وهناك أشياء كثيرة يتناولها التصميم لترتيب العناصر المرئية بطريقة مقبولة ومريحة للناس كالآتى :

- **التناسب :**

معظم الأشياء التى نقوم بتصميمها تتكون من عدد من الأجزاء المختلفة وعندما يكون التصميم متناسبًا فإن الأحجام النسبية لهذه الأجزاء وترتيبها ومقاسات التصميم ككل تبدو صحيحة . أى الفناجين والأطباق المبينة هنا تتميز بالتناسب ؟



من جهة أخرى فإن التصميم ينبغى أن يكون متناسباً مع البيئة والناس المستخدمة له (وهذا ما يختص به علم الإرجونوميكس) .

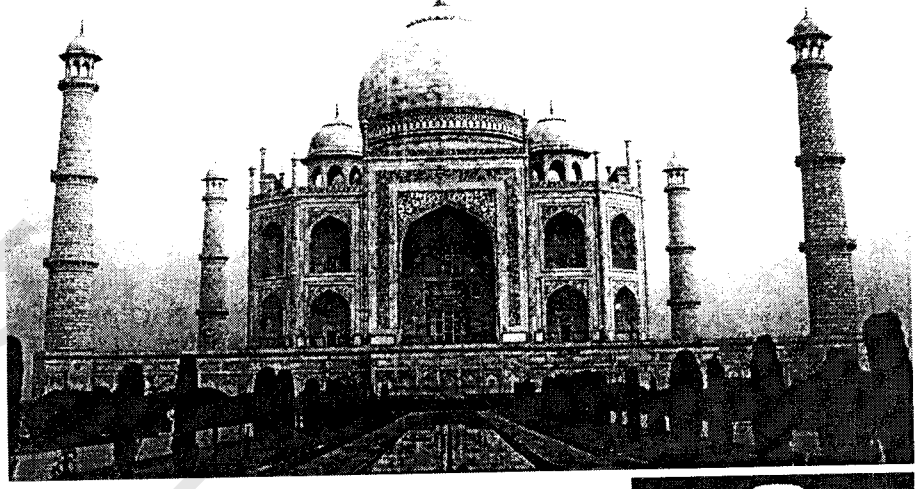
وتتميز الطبيعة بأنها كنز خصب يمدّ المصممين بالأفكار المناسبة عن التناسب ، مثلاً الزهور والنباتات تبدو دائماً فى الحجم الصحيح فى بيئتها . وعبر العصور ظل الإنسان يسعى للحصول على أفضل النسب المريحة حتى أن الإغريق قالوا قديمًا إن المستطيل المريح هو ذو أبعاد بنسبة ١ : ١,٦ واستخدموا ذلك فى بناء البارثينون الشهير ومنذ هذا الوقت استغل المصممون هذه « النسبة الذهبية » .

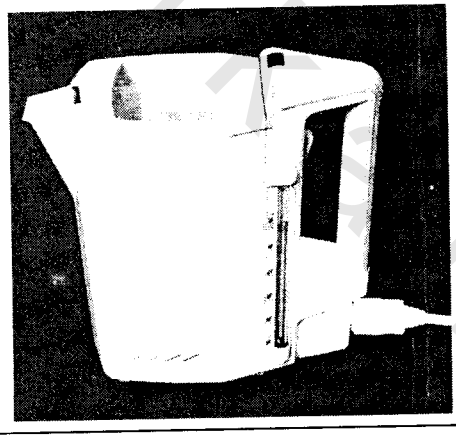
- **الاتزان :**

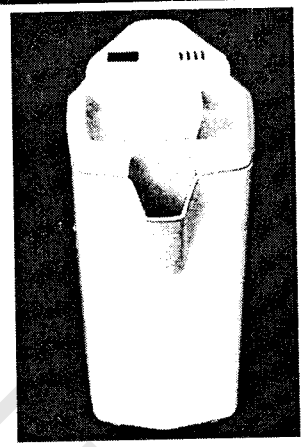
حينما تكون العناصر المرئية للتصميم (الشكل ، الهيئة ، النسيج ، اللون ... إلخ) هى نفسها على جانبى خط وهمى متوسط (كأنها صورة بالمرأة) يقال على التصميم متماثل . والتماثل هو طريقة من طرق الاتزان وتحقيقه .

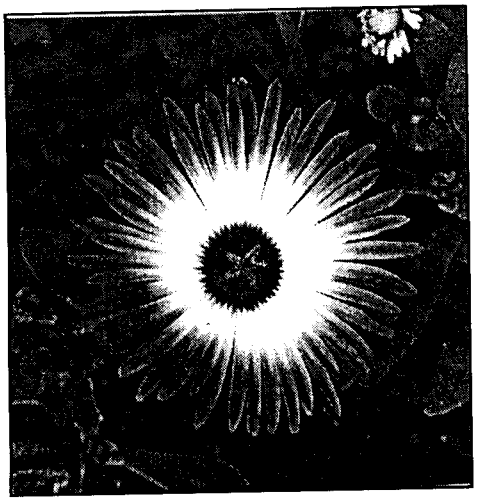
من الممكن أيضًا إيجاد اتزان غير متماثل ولكن نظرًا لاختلاف حجم المكونات المختلفة يتحقق هذا الاتزان . والإناء المبين يتميز بالتماثل فى مستوى وعدم التماثل فى مستوى آخر ولكنه فى نفس الوقت متزن .

تاج محل يوضح فكرة التماثل









هناك أيضًا الاتزان الدائرى كما فى الزهرة أو الثريا وهو الاتزان حول نقطة .

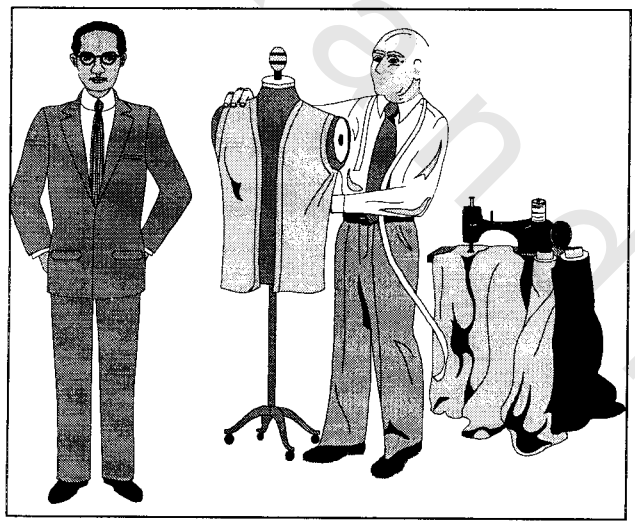
• **التناغم والتضاد :**

عند تناسق المكونات من حيث الشكل والألوان نقول إن العناصر متناغمة كما فى الأباجورة فهى تعطى إحساسًا بالنظام والانتظام . وفى أحيان أخرى فإنك تستخدم التضاد لجذب الانتباه إلى جزء من أجزاء التصميم وإعطائه شيئًا من الحياة (كاللون والنسيج وهكذا) .

• **ثانياً : الأمن والكفاءة ergonomics :**

القاعدة الأولى فى التصميم هى « صمم من أجل الناس » أما عناصر الإرجونومكس فهى كالآتى :

• **الحجم :**



يجب أن نأخذ فى الاعتبار كل المقاسات المهمة من أجل تصميم آمن ومريح . ومع ذلك فإن أحجام الناس تختلف كثيراً وبالتالى يختلف التصميم من أجل فرد أو مجموعة من الناس . ففى حالة المجموعة نعتمد على متوسط القياسات . بعض المقاسات التى تحتاج إلى فحص تشمل :

(أ) **مقاسات اليد والأطراف الأخرى** : وهذه مهمة للتصميمات التى تحتاج إلى مسك أو دفع أو رفع أو تشغيل وهكذا .

(ب) نسب الجسم : للتأكد من مناسبة التصميم لحجم وشكل المستخدم .

obeikandl.com

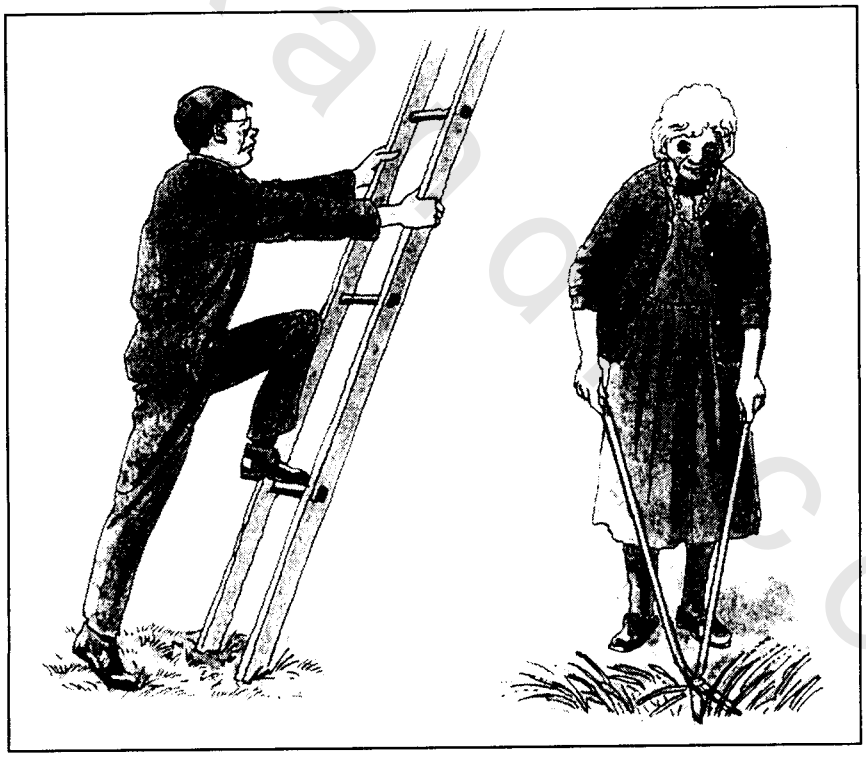
(حـ) المقاسات الكلية للتصميم : مهمة لراحة وأمان التصميم بالنسبة للمستخدم ومن حوله .

- **الحركة :**

إن جسم الإنسان قادر على القيام بحركات معقدة ومتعددة وهى التى تساعدنا على القيام بأعمال كثيرة . وإذا كان التصميم لا يحقق لنا الراحة عند استعماله أو يسبب لنا الألم أو الجروح فإن التصميم يعتبر رديئاً .

- **الحركة الطبيعية للجسم :**

يجب تجنب التصميم الذى يؤدى إلى حركات غير طبيعية للجسم ، كما يجب مراقبة وقياس حدود الحركات المختلفة بالنسبة للتصميم للتأكد من حماية الجسم ضد الالتواء أو الامتطاط أو الانحناء أكثر من اللازم .



• **الحركة الممنوعة :**

بعض الحركات تسبب صعوبة وألمًا بالغاً لكبار السن وكلـها ينبغـى أن توضـع فى الاعتبار أثناء التصميم

• **الإرهاق الجسدى :**

يكون الإنسان فى أفضل حالاته عندما يشعر الجسم بالدفء والراحة .

• **الاتزان :**

يجب أن يكون الجسم متزناً عندما يتحرك (وإلا يسقط) .

• **الحيز :**

لابد أن يكون الحيز فوق وتحت وحول التصميم كافياً ليتحرك الجسـم بحريـة دون أن يسبب تعباً .

• **الحواس :**

بالأخص المكونات والأجزاء التى يلمسها الإنسان ينبغى أن يكـون سـطحها ذا ملمس مناسب كما يجب أن يكـون مـن مـواد عازلـة للحـرارة أو الـبرودة لحمايـة الأجزاء التى تلمسها من الجسم . وبالإضافة لذلك فإن الضوضـاء والاهـتزاز ضـارة جدًا وينبغى تلافيهما ، كمـا أن العنـاصر المرئيـة (لافتـات وغيرهـا) يجـب أن تكون واضحة دون إضافة تـؤذى العـين . أمـا إذا كـانت الأشيـاء يمكـن حملـها فيجب أن تكون أخف ما يمكن وسهلة الاستخدام .

إجابات (اختبر معلوماتك)

* الوحدة الأولى :

(١) ب	(٢) جـ	(٣) أ	(٤) جـ
(٥) د	(٦) جـ	(٧) أ	(٨) ب
(٩) ب	(١٠) د	(١١) أ	(١٢) ب
(١٣) د	(١٤) د	(١٥) أ	(١٦) ب
(١٧) جـ	(١٨) ب		

* الوحدة الثانية :

(١) جـ	(٢) أ	(٣) ب	(٤) جـ
(٥) ب	(٦) د	(٧) أ	(٨) د
(٩) د	(١٠) ب	(١١) أ	(١٢) جـ
(١٣) أ	(١٤) ب	(١٥) جـ	(١٦) أ
(١٧) جـ	(١٨) ب	(١٩) د	(٢٠) جـ

* الوحدة الثالثة :

(١)

الأرض		القمر	
الكتلة	الوزن	الكتلة	الوزن
٦ كجم	٥٨,٨٦ نيوتن	٦ كجم	٩,٨١ نيوتن
١٠٠ كجم	٩٨١ نيوتن	١٠٠ كجم	١٦٣,٥ نيوتن
٣ طن	٢٩٤٣٠ نيوتن	٣ طن	٤٩٠٥ نيوتن
١٠٠ طن	٩٨١ كيلو نيوتن	١٠٠ طن	١٦٣٥٠٠ نيوتن
٥٠٠ كجم	٤٩٠٥ نيوتن	٥٠٠ كجم	٨١٧,٥ نيوتن

obeikandl.com

(٢) ب	(٣) جـ	(٤) جـ	(٥) د
(٦) د	(٧) ب	(٨) د	(٩) ب
(١٠) جـ	(١١) د	(١٢) د	(١٣) جـ
(١٤) ب	(١٥) أ	(١٦) جـ	(١٧) ب
(١٨) ب	(١٩) أ	(٢٠) د	(٢١) أ
(٢٢) جـ	(٢٣) ب	(٢٤) أ	

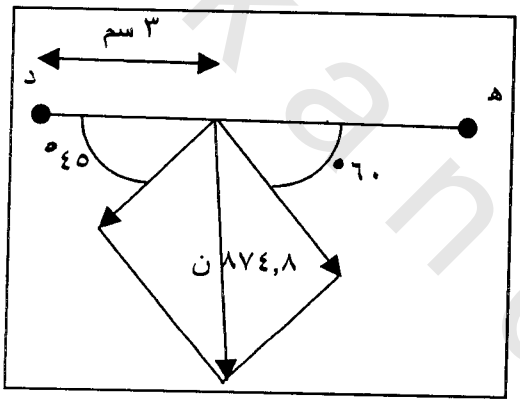
(٢٥) خط العمل يميل بزاوية ٦٠° فى الاتجاه الشمالى ويمر بنقطة أ .

(٢٦) ٧٤٣ نيوتن بزاوية ٣٤َ ١٦° .

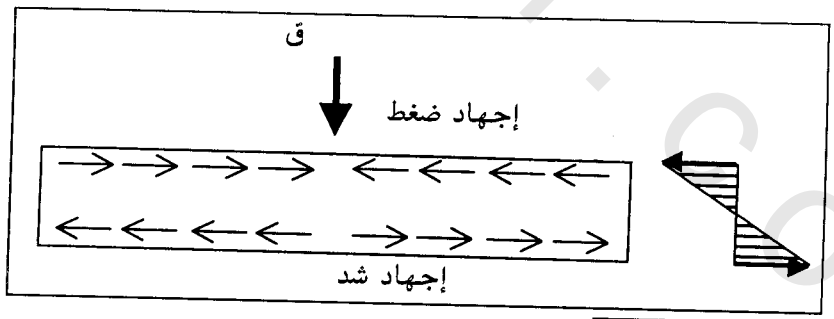
(٢٧) ق$_{١}$ = ٢٠٠٦ نيوتن ، ق$_{٢}$ = ١٦٣٨ نيوتن .

(٢٨) ق$_{ا}$ = ٢٨٢ نيوتن ، ق$_{ر}$ = ١٠٢,٦ نيوتن .

(٢٩) (انظر الشكل)



(٣٠) (انظر الشكل)



* الوحدة الرابعة :

(١) ١٢٥ ن	(٢) ب	(٣) أ
(٤) د	(٥) ب	(٦) أ

obeikandl.com

(٧) أ (٨) د (٩) أ

(١٠) جـ (١١) جـ (١٢) هـ

(١٣) أ (١٤) د (١٥) ل ≃ ٩٨ مم

(١٦) ث = ٢٥٠ ن ، ل = ٣٥٠ مم (١٧) أ (١٨) جـ

(٢٠) أ = اتزان غير ثابت ب = اتزان ثابت جـ = اتزان طبيعى

* الوحدة الخامسة :

(١) د (٢) أ (٣) ب (٤) أ

(٥) ب (٦) جـ (٧) أ (٨) جـ

(٩) د (١٠) أ

(١١) أ = ٦٠٠ جول ، ب = ٨٠٠ جول ، جـ = ٧٥ ٪

(١٢) النظام الثلاثى أ = ٢٠ جول ، ب ـ ٣٠ جول ، جـ = ٦٦,٦ ٪

النظام الرباعى أ = ٦٠٠ جول ، ب ـ ٨٠٠ جول جـ = ٧٥ ٪

(١٣) أ = أ ، ب ـ ١١٢٠ لفة/دقيقة ، جـ = ٤٠٠ لفة / دقيقة

(١٤) أ = ٩ : ١ ، ب = ٤ لفة/دقيقة

(١٥) (انظر الشكل)

(١٦) أ = ١٢٥ ن

، ب = ١٠٠ ن

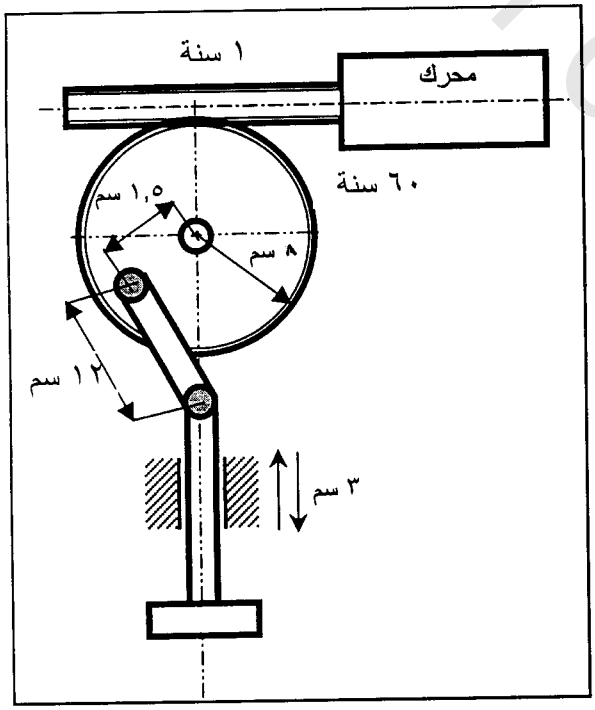
(١٧) الثانية ، ٣٣٣,٣ ن

(١٨) أ = ١ ب = ٢

جـ = ١ د = ٢

هـ = ٢ و = ٣

ز = ٣ ح = ٢



obeikandi.com

* الوحدة السادسة :

(١) أ　(٢) جـ　(٣) أ

(٤) د　(٥) جـ　(٦) ب

(٧) ب　(٨) أ　(٩) جـ

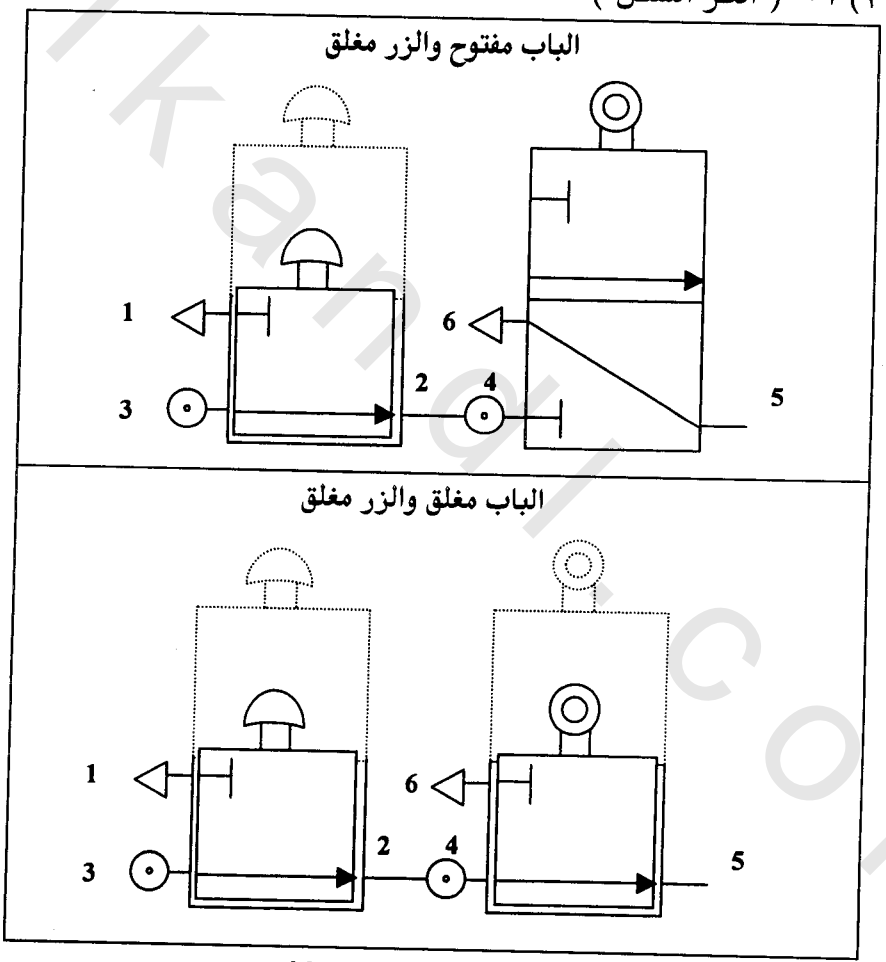
(١٠) ب　(١١) أ　(١٢) د

(١٣) ب　(١٤) جـ　(١٥) أ

(١٦) جـ　(١٧) ب　(١٨) جـ

(١٩) أ = ١٠٠ ن/سم^{٢}　ب ـ ٢٠٠٠ ن

(٢٠) أ = (انظر الشكل)



ب ــ النظام يكون دائرة منطقية AND GATE .

obeikandl.com

* الوحدة السابعة :

(١) جـ (٢) د (٣) ب (٤) ب

(٥) أ (٦) د (٧) ب

(٨) أ = ٦٠ جول/ث أو ٦٠ وات ، ب = ٥ ٪

(٩) أ = ٤٥٠ كيلو جول ، ب = ٥٠ كيلو جول ، جـ = ٤٠٠ كيلو جول

د ـ ٥٠٠٠ نيوتن

(١٠) أ

(١١) أ = ٣٠٠ متر ، ب = ١٨٠ كيلو جول ، جـ ـ ١٨ كيلو وات

د = لأن معظم الطاقة يتحول إلى حرارة نتيجة احتكاك المكابس داخل المحرك (٧٠ ٪ منها)

هـ = ٣٠ ٪ (٠,٣)

(١٢) الفحم

(أ) الآثار الاجتماعية :

من عيوبه ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب الأمطار الحمضية والصوبة الخضراء ، كذلك ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب الأمطار الحمضية .

(ب) الآثار الاقتصادية :

رخيص الثمن إذا تم نقله بالسكك الحديدية ولكنه غير متجدد ويستخدم حيث لا تتوفر بدائل أخرى .

توربينات الرياح

(أ) الآثار الاجتماعية :

تسبب ضوضاء عالية علاوة على الشكل غير الجميل

(ب) الآثار الاقتصادية :

تحتاج إلى عدد كبير من التوربينات ، كذلك فالرياح غير متوفرة يومياً

obeikandl.com

(أ) الآثار الاجتماعية :

نظيفة وإن كانت تؤثر على التوازن البيئى

(ب) الآثار الاقتصادية

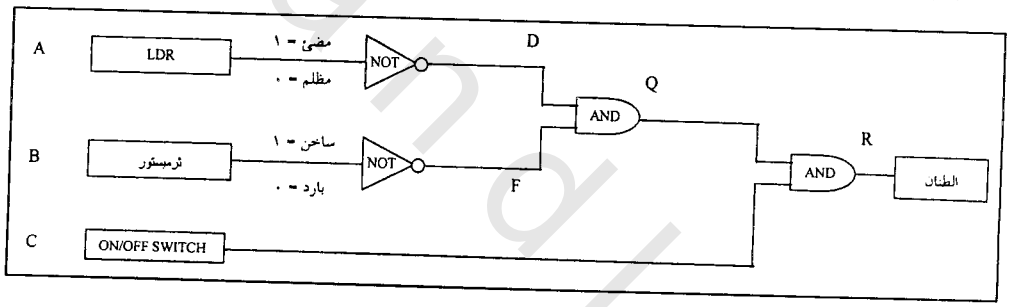
متجددة وأفضل من استخدام الفحم ونقله ، كذلك فهى تنتج كمية معقولة مـن الطاقة علاوة على أن الظروف تساعد على ذلك (وجود بحيرة ـ نهر ـــ بحـر) وبالتالى فهى أفضل الحلول .

* الوحدة الثامنة :

(١) ب (٢) أ (٣) أ (٤) ب

(٥) جـ (٦) د (٧) أ

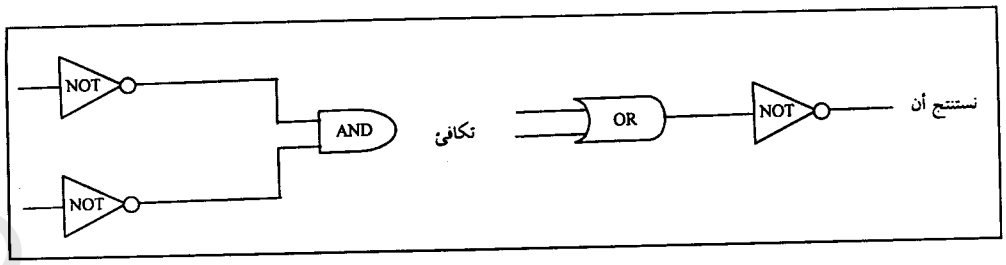
(٨) (انظر الشكل)



جدول الحقيقة على افتراض أن C مغلق دائمًا (ON)

R C AND Q	Q D AND E	E Not B	D Not A	B A مدخلات
١	١	١	١	٠ ٠
٠	٠	٠	١	٠ ١
٠	٠	١	٠	١ ٠
٠	٠	٠	٠	١ ١

obeikandi.com



(٩) أ = Light - dependent - resistance

ب = LDR

جـ ـ كمية الضوء الساقطة عليه

د ـ مقاومة متغيرة

هـ ـ بوابة NOT ودورها أن تحول الحالة من ١ منطقـى إلى صفـر منطقـى والعكس .

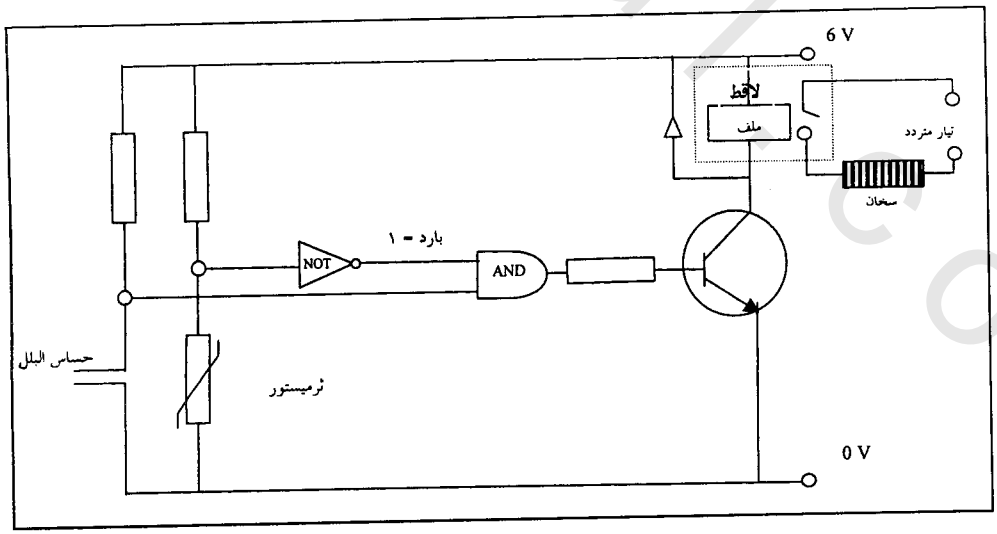
(١٠) أ = F مقاومة ثابتة LDR = G H = مصباح

I = ترانزستور J = بطارية

ب = هذه الدائرة تضىء المصباح أوتوماتيكياً عندما يحل الظلام

جـ = تستخدم فى جهاز إنارة مصابيح الطرق الداخلية بالمصانع عند هبوط الظلام

د = (انظر الشكل)



هـ = حساس البلل ، ترميستور بدلاً من LDR ، لاقطة بدلاً من المصباح يقـوم بتشغيل السخان أتوماتيكيا كما تبين الدائرة وإضافة بوابــة NOT لعكـس الحالـة والثرميستور بارد (صفر منطقى) وبوابة AND .

obeikandl.com

أهم المراجع

1- R. Kerrod , «Pocket Science,» King Fisher Books , London 1990 .

2- J . fieldhouse and S. Robertson , «Science in View,» Oxford University Press, 1995 .

3- K. Johnson, «Physics for you,» Stanely thornes Ltd , 1996 .

4- B.Milner, «Physics,» Cambridge University Press , 1997

5- R.L.Timings , Science Background to Engineering Longman 1996 .

6- J.Garrat , «Design & Technology,» Cambridge University Press, . 1997 .

7- C . J Tunney & D . James , «Hamlyn Junior Encyclopedia,» Hamlyn . 1995 .

8- H . and N . Schneider , «Science in your life,» D. C. Heath and Company 1965 .

obeikandl.com