الاعمال الكهربائية

يشمل هذا الجزء بياناً بالمواصفات الفنية وشروط الأعمال الكهربائية والمطلوب تنفيذها حسب ما هو مبين بالمواصفات الفنية والرسومات التنفيذية ويتم توضيح جميع أعمال الكهرباء المطلوب تنفيذها بلوحات التنفيذ وفيها يتم تحديد أماكن الأدوات والأجهزة المبينة بالرسم وجميع البيانات وعلى المقاول أن يتبع جميع التعليمات المدونة بالرسومات وأن يقوم بتوريد كميات من الأدوات والأجهزة اللازمة لتنفيذ الأعمال وأن يبين مصادرها ومواصفاتها الفنية حتى يمكن فحصها واختبارها واعتمادها من المهندس المشرف.

الأعمال الكهربائية

المواصفات العامة لأعمال التركيبات الكهربية:

(أولاً) المواسير البلاستيك:

وتستخدم لأعمال التوصيلات الكهربائية المدفونة داخل الحوائط وتورد بأقطار مختلفة ويجب أن تكون من أجود الأنواع الموجودة في السوق بحيث يتوافر فيها الصلابة وتصنع من البلاستيك الثقيل غير هشة تتحمل درجات الحرارة بدون أن يظهر عليها أثر واضح في خصائصها وغير قابلة للإحتراق ويجب أن يكون تركيب المواسير داخل الحائط بعد فتح المجاري اللازمة لها وطرطشة قاعها وجوانبها بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١:٣ ولايجوز مطلقاً عمل هذه التقطيبات أو أي رباطات أخرى على كامل أطوال المواسير المدفونة بمونة الجبس أما في حالة مرور المواسير البلاستيك داخل الخرسانات المسلحة فإنه يلزم توريد أنواع مرنة منها تسمى خراطيم أو لَيْ يمكن تركيبها وثنيها لتتحول من المسارات الرأسية وتوضع في أماكنها المحددة قبل صب الخرسانة المسلحة خارج حديد التسليح وتربط فيه بسلك الرباط ويراعى عند عمل مواسير الكهرباء المدفونة داخل الحوائط أن لاتزيد عدد مرات تكريب المواسير في زوايا متعامدة عن كربتين وذلك لتسهيل توصيل وسحب الأسلاك داخل المواسير وفي الحالات الاضطرارية التي يلزم فيها زيادة عدد الكرب عن ذلك فإنه يلزم أن يكون قطر الماسورة أكبر من مجموع عدد الأسلاك المارة في داخلها بالقدر الكافي حتى تكون هناك سهولة في سحب الأسلاك داخلها دون إعاقة عند تلك الإنحناءات.

الاعمال الكهربائية

(ثانياً) علب الإتصالات (البوتات):

تصنع علب الإتصالات اللازمة من نفس نوع غلاف المواسير المشار إليها سابقاً من البلاستيك القوي وتكون جميعها من النوع المربع أو المستطيل الذي يربط غطاؤه مسمار نحاس مقلوظ كما يجب أن تكون مقاساتها مناسبة لعدد وأقطار المواسير التي ستوصل إليها وعدد الإتصالات واللحامات التي ستعمل من الأسلاك داخلها على ألا يقل مقاس أي ضلع فيها عن ٦سم ويجب وضع العدد الكافي من علب الإتصالات على المسافات المناسبة لتسهيل عملية سحب الأسلاك داخل المواسير على ألا يزيد عدد الإنحناءات في المواسير بين أي علبتي إتصال متتاليتين عن ٢فقط.

الاعمال الكهربائية

(ثالثاً) الأسلاك والموصلات المعزولة:

- تورد جميع الأسلاك والموصلات المعزولة التي ستستعمل في العملية التنفيذية فيما عدا الأسلاك للأجراس والتليفونات من فصيلة ٢٥٠فولت على الأقل في التوصيلات ذات الضغط من ١١٠:٢٢٠ فولت ومن فصيلة ٧٥٠ فولت للتوصيلات ذات الضغط ٣٨٠ فولت.

الاعمال الكهربائية

(ثالثاً) الأسلاك والموصلات المعزولة:

- تصنع السلاك والموصلات من النحاس المخمر والمطلي بالقصدير ومعزولة بالمطاط المكبرت وتكون الموصلات من سلك واحد مستطيل المقطع أو من موصل مجدول من عدد من الأسلاك المستديرة المتساوية القطر المجدولة معاً.
- يجب ألا يتم البدء في تركيب الأسلاك إلا بعد الانتهاء من تركيب المواسير وجفاف التقطيبات عليها ويتم سحب الأسلاك بكل اعتناء حتى لا تتلف أو يخدش عزلها مع مراعاة أن تعمل اللحامات اللازمة داخل علب الإتصالات بلف أطراف الأسلاك مع بعضها ثم عزلها لعد طبقات من شريط اللحام العازل.

الاعمال الكهربائية

(ثالثاً) الأسلاك والموصلات المعزولة:

- لايسمح باستعمال موصلات للإنارة أو البرايز يقل قطاعها عن ١مم بينما يستعمل للأجراس أسلاك قطاعها ٠.٣مم وللتليفونات أسلاك قطاع ٠.٤مم كل منها معزول بالبلاستيك ويوضع كل منها داخل مواسير بلاستيك ويستعمل في توزيع خطوط التيار الكهربائي للدوائر العمومية موصلات من أسلاك نحاس مقطعها ٤مم ويجوز استعمال موصلات من أسلاك الألومنيوم مقطعها ٦مم أو أكثر.
- يراعى توحيد لون المادة العازلة للأسلاك لكل موصلات الدوائر الفرعية أو الرئيسية بكامل المبنى حتى يسهل تمييز كل منها فتكون كل دائرة أو كل خط بلون مختلف عن الآخر.

. يلتزم المقاول بألا يزيد عدد الأسلاك الموجودة داخل المواسير البلاستيك عما هو محدد بالجداول المرفقة بالرسومات التنفيذية.

الاعمال الكهربائية

(رابعاً) الأدوات:

يجب أن تورد من أجود الأنواع الموجودة في السوق مع مراعاة الآتي:

- وردات الأسقف (الرزازات) تكون من النوع ذي الغطاء والقاعدة ذات الفواصل العازلة وتورد من الخشب أو من البلاستيك أو من الصيني.
- ماسكات المصابيح أو الدوي ومنها المعلق أو الثابت أو الباكاتوني و تكون من النوع الثقيل ذات يايات من الصلب وغلاف من النحاس أو البلاستيك السميك سمك ٠.٥مم.

الاعمال الكهربائية

(خامساً) المفاتيح الكهربائية:

تعمل الدوائر الكهربائية للإنارة بمفاتيح داخل أو خارج الحائط للفصل والتوصيل السريغ للتيار وتوصل بقطب واحد من الدوائر الكهربائية ويكون المفتاح صالح لتيار كهربائي شدته تصل إلى ١٠أو١٥ أمبير وجهده يصل إلى ٢٥٠ فولت ويطابق المواصفات القياسية المصرية وأن تكون جميع الأجزاء المعدنية الداخلية ومواسير الإتصال والتثبيت مصنوعة من النحاس ويتكون مفتاح الإتصال الكهربائي من قاعدة من البلاستيك أو الفخار المطلي بالصيني الأبيض وتكون نهايات الإتصال من النحاس الأصفر البرونزي الفسفوري بقطاع يسمح بتركيب سلك من مقطع كل منهما ١.٥مم ويزود المفتاح بغطاء يكفل وقاية كل اجزاؤه ويكون من البلاستيك المضغوط من النوع بطيئ الاشتعال ويتم تركيب المفاتيح داخل علب البلاستيك أو خشب توضع داخل تجويف الحائط.

الأعمال الكهربائية

(سادساً) المآخذ الكهربائية:

هي وحدة توصيل السلك وتستعمل في تنفيذ الدوائر الكهربائية وهي مآخذ كهربائية تسمى بريزة لتوصيل قطبين في الدائرة الكهربية وتكون المآخذ صالحة لتيار كهربائي شدته ١٥٠ أمبير وجهده يصل إلى ٢٥٠ فولت وقوة ٦ أو ١٠ أمبير أو أكثر.

(سابعاً) الأجراس الكهربية:

تتكون من النوع ذو الملفات المعزولة وياياتها من الصلب ونقط القطع والإتصال من البلاتين لمنع تآكلها من الشرر وتكون القاعدة والغطاء من البلاستيك المضغوط بطيئ الاشتعال ويمكن أن يكون ذو نقوش من النحاس المطلي بالنيكل والمركب على طاسة مستديرة.

الاعمال الكهربائية

(ثامناً) المصهرات والمفاتيح "التابلوه":

وتعمل من الرخام النقي الخالي من العروق المعدنية أو من الإردواز الطبيعي سمك ٢سم وتركب على الحائط بأربعة مسامير وتغطى اللوحة بدولاب ذو جوانب وغطاء مفصلي بوجه زجاجي ذات مفصلات نحاسية تغطي جميع المصهرات الداخلية وقد تم تطويرها وتصنيعها من علب صاج مطلية بأبعاد وأشكال مختلفة حسب عدد الدوائر الكهربية ويمكن تركيبها داخل الحائط ويتم تركيب مجموعة المصهرات الأتوماتيكية داخل اللوحات حسب القوى المطلوبة لكل منها ١٠ أو ١٦ أو ٣٢ أمبير وتوفر سهولة توصيل وقطع التيار وتركيب بعدد دوائر الإنارة العمومية داخل المبنى بجوار المدخل الرئيسي لسهولة التحكم فيها عند وصل أو قطع التيار.

الاعمال الكهربائية

(تاسعاً) الدوائر الفرعية:

تسمى دائرة اللمبة أو البريزة بدائرة فرعية وهي عبارة عن مجموعة من الأسلاك والموصلات والمواسير وعلب الإتصالات مهما كان حجمها او شكلها لتغذية لمبة أو بريزة واحدة ويمكن أن تكون دائرة فرعية لمجموعة محدودة من اللمبات وهي النجفة حيث تضاء بمفتاح واحد.

(عاشراً) الدوائر العمومية:

وتتكون من مجموعة من الدوائر الفرعية يتم تجميعها في موصلات داخل مواسير البلاستيك تتجه مباشرة إلى لوحة التوزيع الرئيسية بحيث يتم تقسيم لوحات التوزيع إلى مجموعة متوازنة من الدوائر العمومية فيمكن أن تكون على سبيل المثال أربعة خطوط أو خمسة خطوط أو أكثر أو أقل حسب قوة احتمال كل منها.

الاعمال الكهربائية

(حادي عشر) دوائر القوى:

وهي دوائر خاصة لبرايز القوى أو مآخذ الأجهزة الكهربائية ذات الحمل العالي منها مثلاً أجهزة التكييف أو السخانات أو خلافه وتعمل كل دائرة على حدة داخل ماسورة واحدة وتتصل بلوحة التوزيع مباشرة دون أن تشترك مع أي دوائر إنارة أخرى.

الأعمال الكهربائية

مراحل تنفيذ أعمال التوصيلات الكهربائية:

١- يتم رمي المواسير البلاستيك المرنة من أقطار مناسبة في مسارات أفقية ورأسية بالبلاطات المسلحة والكمرات والأعمدة في مسارات تبدأ من لوحة التوزيع الرئيسية وتنتهي بمكان مخارج الإضاءة وتتخذ مسارات الدوائر الرئيسية والفرعية وتربط أسفل أسياخ التسليح قبل صب الخرسانة.

٢- يعمل شرب على ميزان الخرطوم أو ميزان المياه والقدة الخشب أو الألومنيوم لتحديد مستوى علب الإتصالات وهي البوتات وعلب الإنارة المدفونة داخل الحائط وأماكن علب التغذية طبقاً لما هو محدد بالرسومات وذلك بعد الانتهاء من أعمال المباني.

الأعمال الكهربائية

مراحل تنفيذ أعمال التوصيلات الكهربائية:

٣- يتم فتح أماكن تركيب المواسير البلاستيك داخل الحوائط بالإتساع أو العرض المناسب تبدأ من أماكن البوتات ألى أماكن المفاتيح وبين علب المفاتيح وبعضها وحتى مخارج وحدات الإضاءة بالحوائط والبرايز وخلافه ويتم تركيب المواسير داخل الحوائط بالعدد والأقطار المحددة داخل الرسومات حسب كمية الأسلاك المرة فيها.

٤- يتم طرطشة جميع الحوائط وعمل البؤج قبل تركيب جميع أعمال علب الإتصالات والبوتات وعلب المفاتيح والمخارج والمواسير ولوحات التوزيع وخلافه حتى تكون جميع العلب والبوتات المدفونة داخل الحائط ويضبط وجهها الخارجي على مستوى سطح البلاط وتكون غير بارزة أو غاطسة كذلك يراعى عدم بروز مواسير الكهرباء عن مستوى البياض النهائي.

الاعمال الكهربائية

مراحل تنفيذ أعمال التوصيلات الكهربائية:

٥- يتم تركيب جميع العلب والبوتات في أماكنها حسب الشرب السابق على الارتفاعات المحددة بالرسومات وتعمل له اربطة بمونة الأسمنت والرمل لحين استكمال أعمال البياض عليها.

٦- يجب التأكد من مرور السوستة المستخدمة في سحب الأسلاك الكهربائية داخل جميع المواسير واللي المدفونة داخل الخرسانة والحوائط قبل اتمام مراحل البياض وذلك للتأكد من عدم انسدادها أثناء رمي الخرسانة أو لأي أسباب أخرى وحتى لا يستلزم الأمر أن يعاد التكسير بعد البياض.

الأعمال الكهربائية

مراحل تنفيذ أعمال التوصيلات الكهربائية:

٧- عند النتهاء من بياض جميع الحوائط والأسقف يقوم الكهربائي بسحب الأسلاك داخل المواسير لجميع خطوط الإنارة والتغذية حسب ما هو وارد بالرسومات والمواصفات مع تجميع لحامات الأسلاك داخل البوتات العلوية حسب ما هو سابق ذكره.

٨- يتم تركيب جميع الخردوات من مخارج الإنارة والشاسيهات والمفاتيح والبرايز وخلافه بعد الانتهاء من مراحل الدهانات حتى لاتكون تلك الخردوات عرضة للتلف مع مراعاة أن يتم تغطية جميع البوتات قبل دهان الوجهين النهائين من الحوائط وأن تكون سهلة الفك والتركيب.

الأعمال الكهربائية

مراحل تنفيذ أعمال التوصيلات الكهربائية:

٩- تعمل خطوط التليفونات واريال التليفزيون داخل مواسير مستقلة عن التوصيلات الكهربية حتى لاتحدث ترددات متداخلة معاً فتعمل على تشويش الأجهزة المستخدمة.

١٠- يتم وضع أسلاك أو موصلات كل دائرة فرعية واحدة داخل ماسورة مستقلة كذلك توضع موصلات كل دائرة عمومية واحدة تتصل بلوحة التوزيع مباشرة داخل ماسورة واحدة بقطر مناسب كما توضع دوائر القوى الخاصة داخل ماسورة واحدة وتتجه مباشرة للوحات التوزيع.

الأعمال الكهربائية

شروط الإضاءة الجيدة:

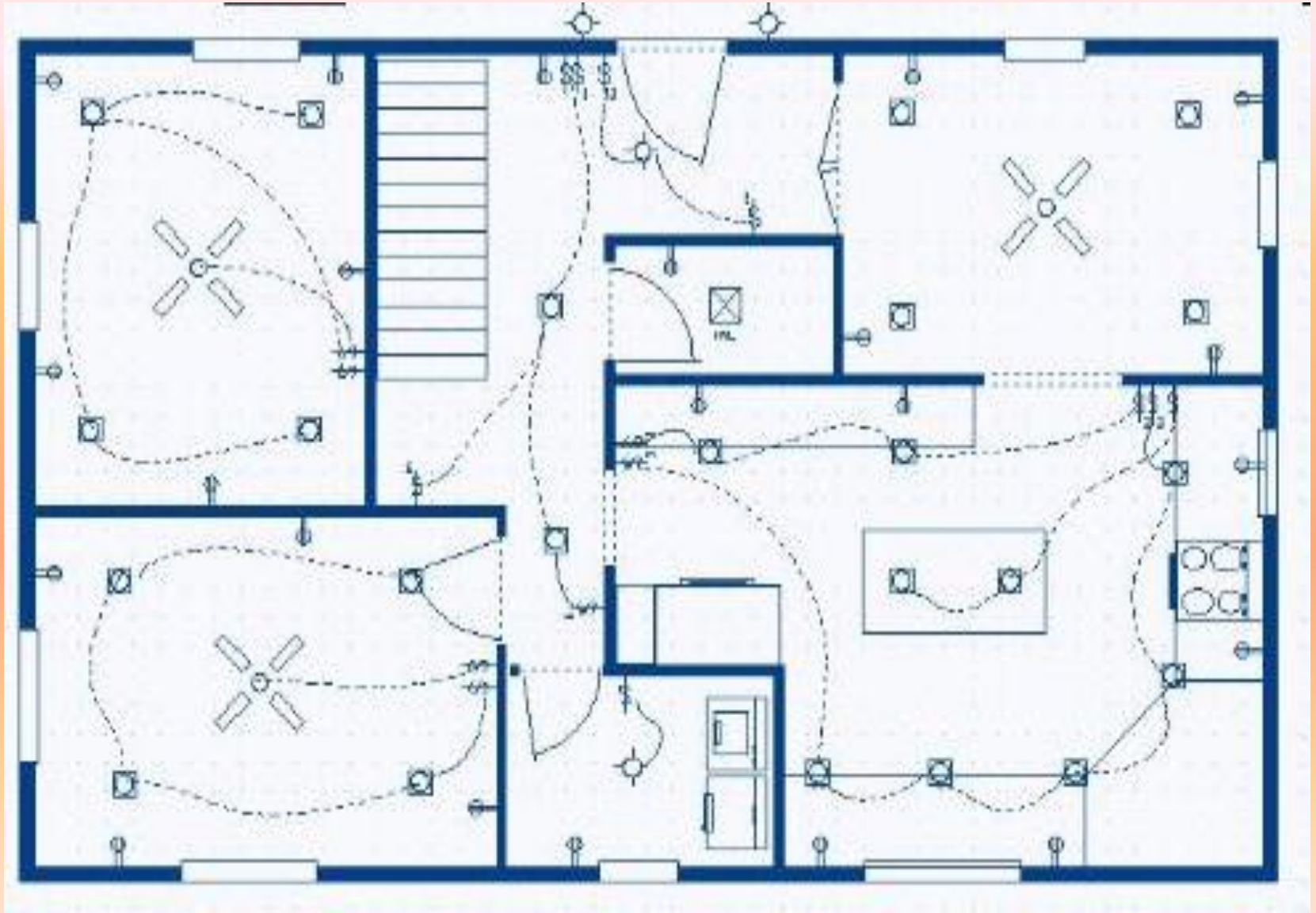
- الحصول على شدة إضاءة كافية تسمح بالرؤية بوضوح وبدون تعب.
- تجنب الظلال الشديدة الناتجة عن منابع الضوء المركزة الأشعة.
- التوزيع العادل للضوء في جميع أجزاء الغرفة.
- إمكان الوصول إلى أجهزة الإضاءة بسهولة لصيانتها.
- تجنب الإنعكاسات الشديدة للضوء من خلال الأسطح العاكسة.
- تجنب انبهار العين سواء كان ذلك بسبب مصدر الإضاءة أو بالسطح المضاء.

الاعمال الكهربائية

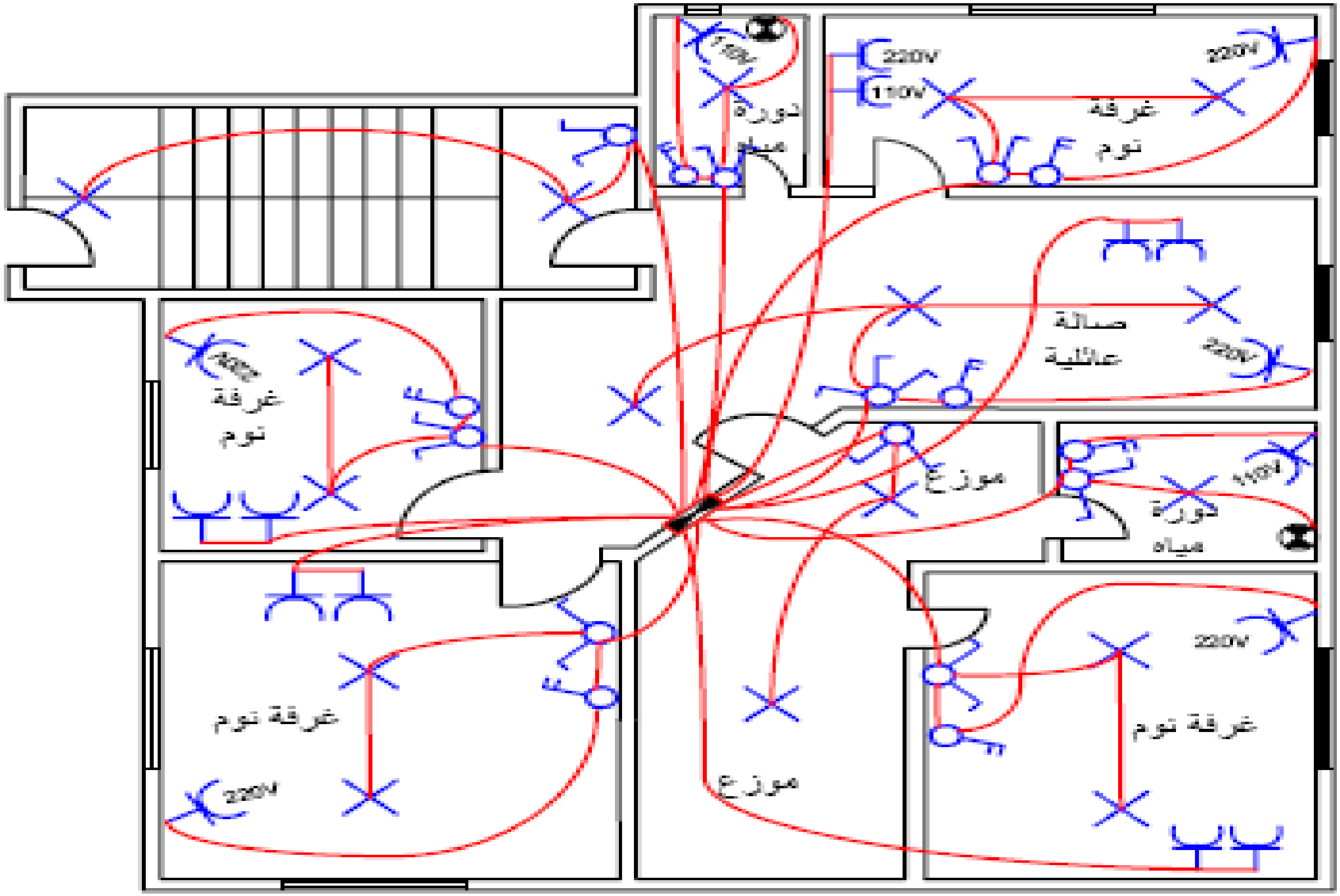
العوامل التي تحدد عدد الوحدات الكهربية أو شدة الإضاءة:

- أبعاد المكان.
- لون الحوائط والأسطح العاكسة وتوزيع الأثاث.

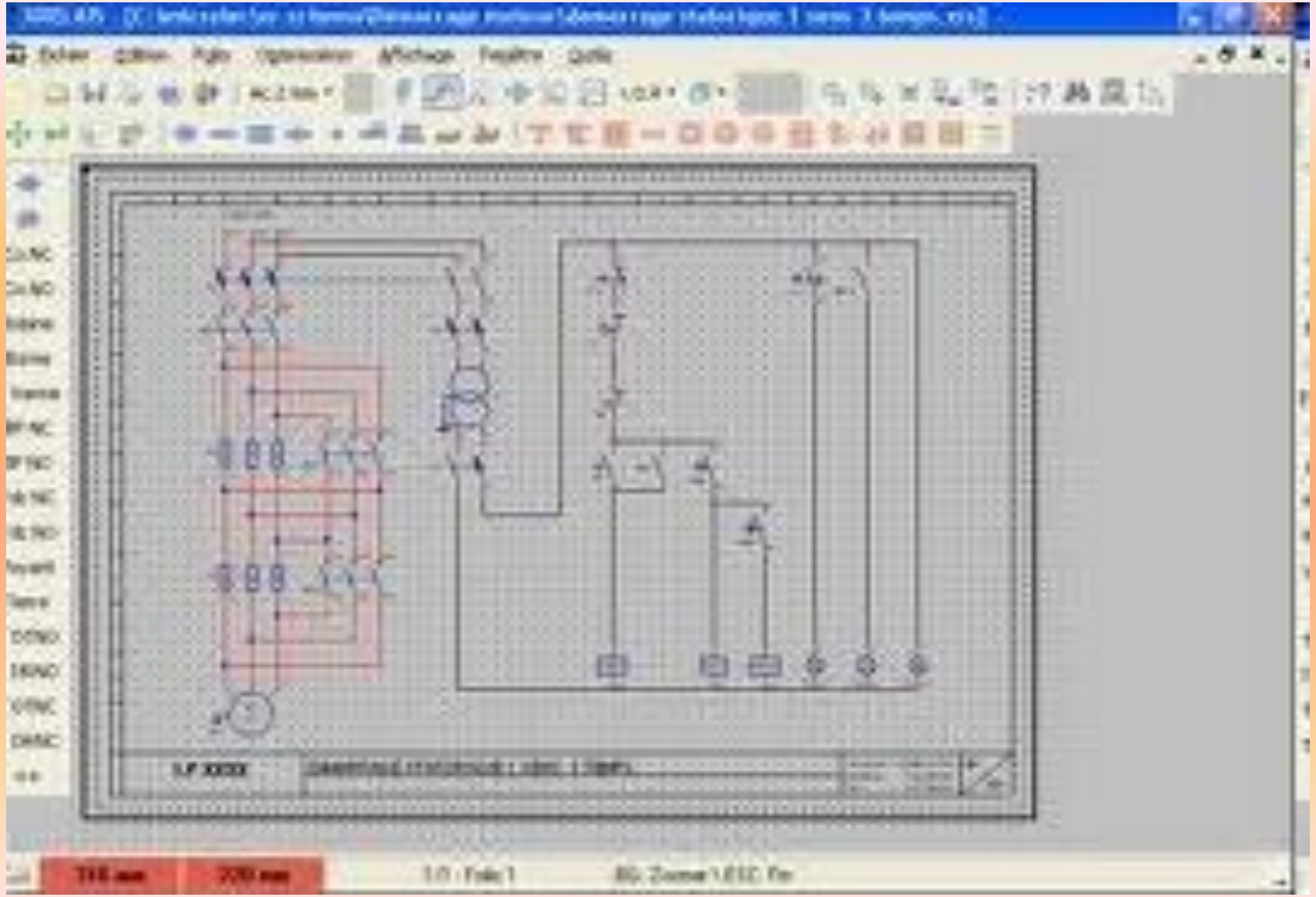
الرسومات الكهربية



الرسومات الكهربية



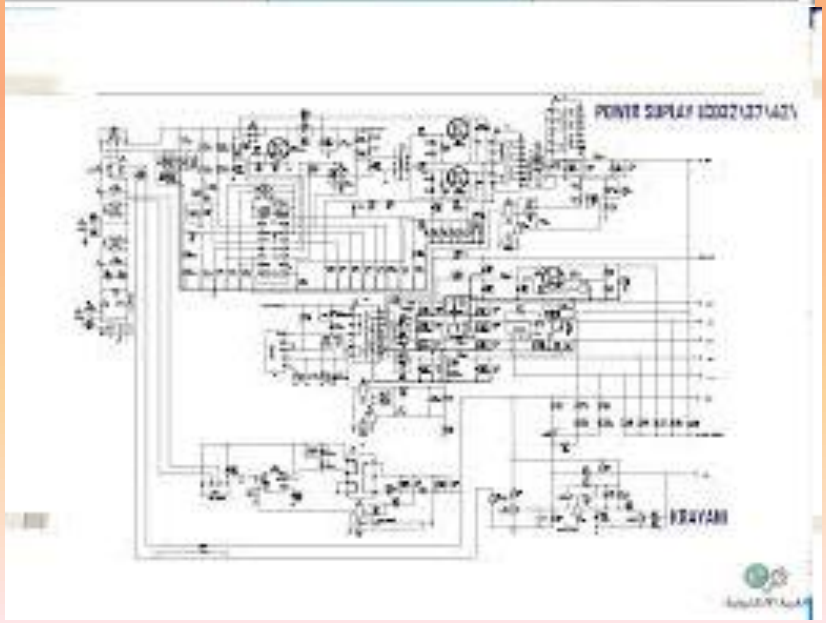
الرسومات الكهربية



الرسومات الكهربية

الوظيفة	شكل الرمز في الدائرة الكهربائية	
	شكل الرمز	اسم الرمز
مفتاح مفتوح أو ضاغط توصيل		دخل S1 , NO
مفتاح مغلق أو ضاغط فصل		دخل S0 , NC
حمل (خرج) لمبة ، ملف ، محرك		خرج H1 , Q1 , M1

الوصف	شكل الرمز في الخطط السلمي	
	شكل الرمز (التعليمات)	اسم الرمز
مفتاح مفتوح أو ضاغط توصيل		دخل I0.0 , I7.7 or Xname
مفتاح مغلق أو ضاغط فصل		دخل I0.0 , I7.7 or Xname
حمل (خرج) لمبة ، ملف ، محرك		خرج Q0.0 , Q7.7 or Yname



التمديدات الكهربية المدفونة بالاسقف المسلحة

التمديدات الكهربية المدفونة بالاسقف المسلحة

وصلات الكهربائية بالحوائط

وصلات الكهربائية بالحوائط

وصلات الكهربائية بالحوائط

اللوحات الكهربائية بالحوائط

النزلات الكهربائية الرئيسية

العلب الكهربائية الرئيسية بالاسقف

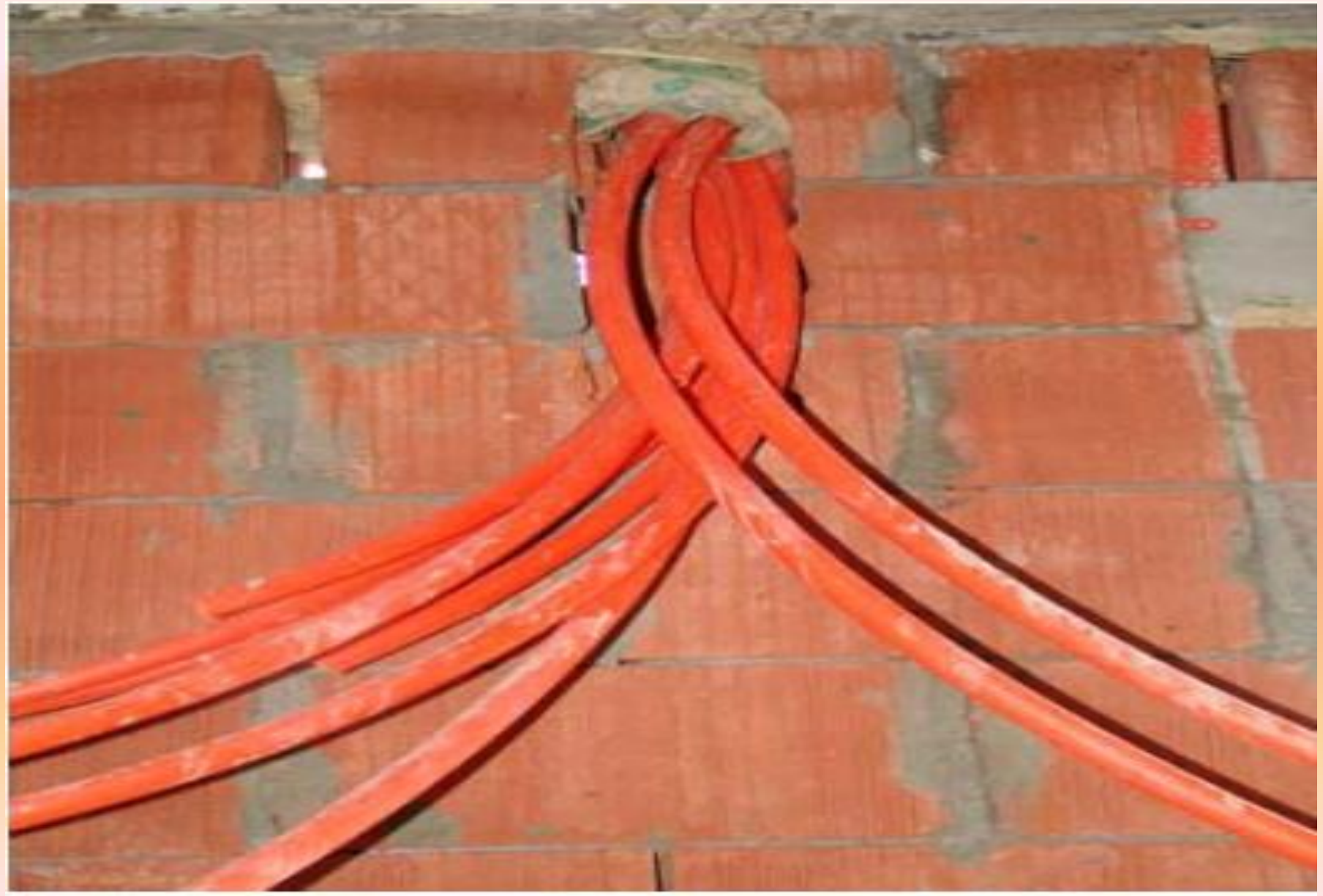
العلب الكهربائية الرئيسية بالاسقف

العلب الكهربائية الرئيسية بالحوائط

علبة كهرباء بالسقف

تمديدات المواسير بالحوائط

تمديدات المواسير بالحوائط

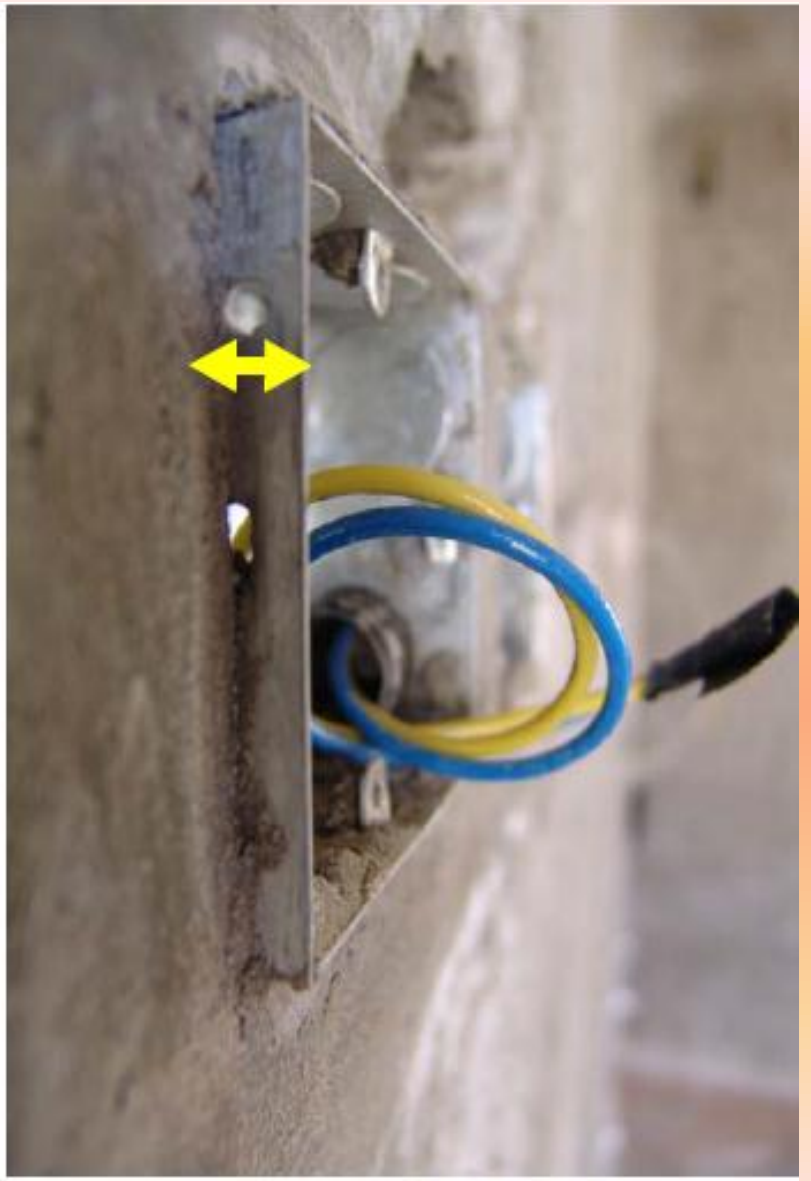


شاسيه لمفتاح كهرباء

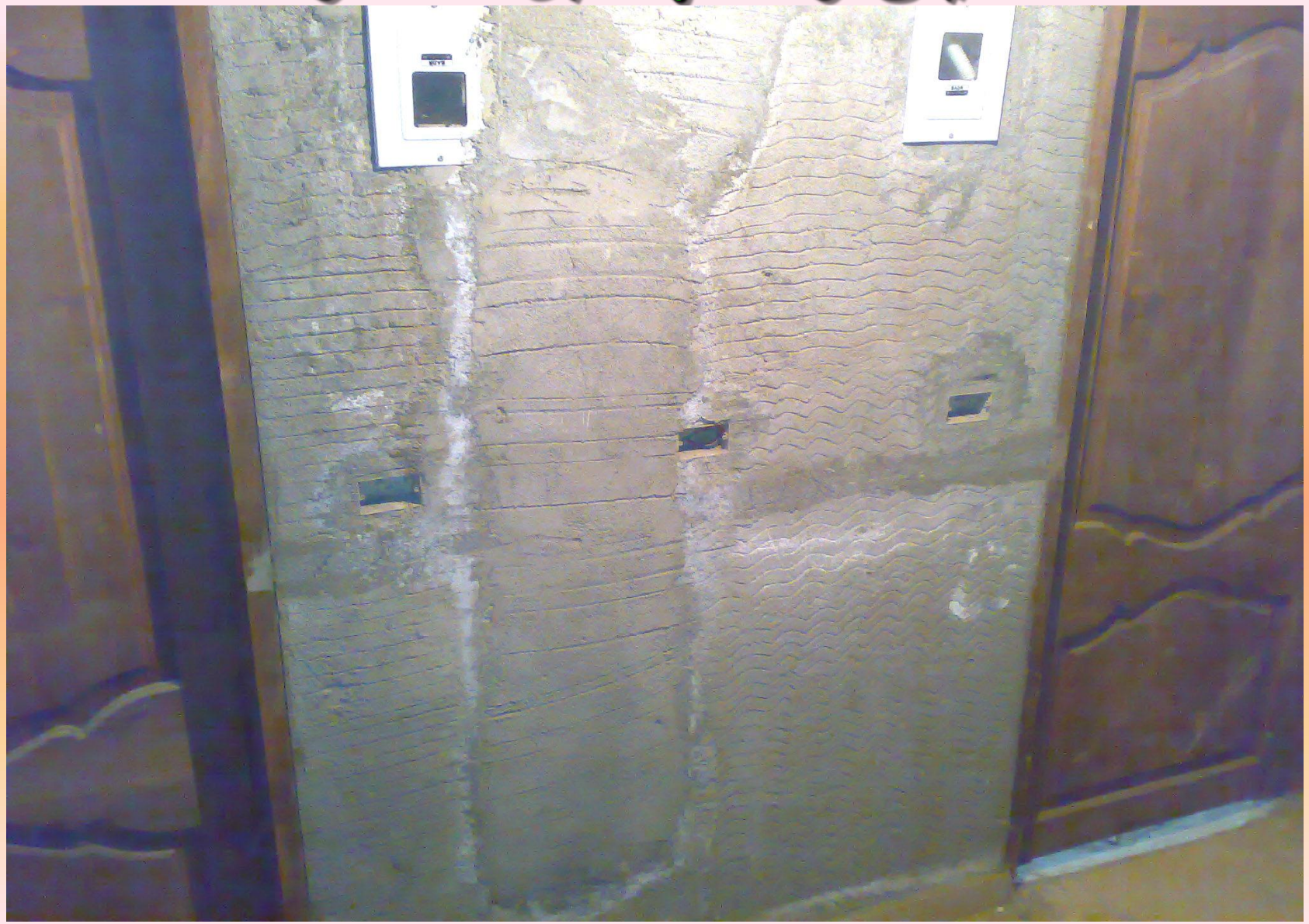
شاسیه ومفتاح وبریزه کهرباء

علبة قواطع كهرباء

علب لمفتاح وبريزة كهرباء بالحوائط

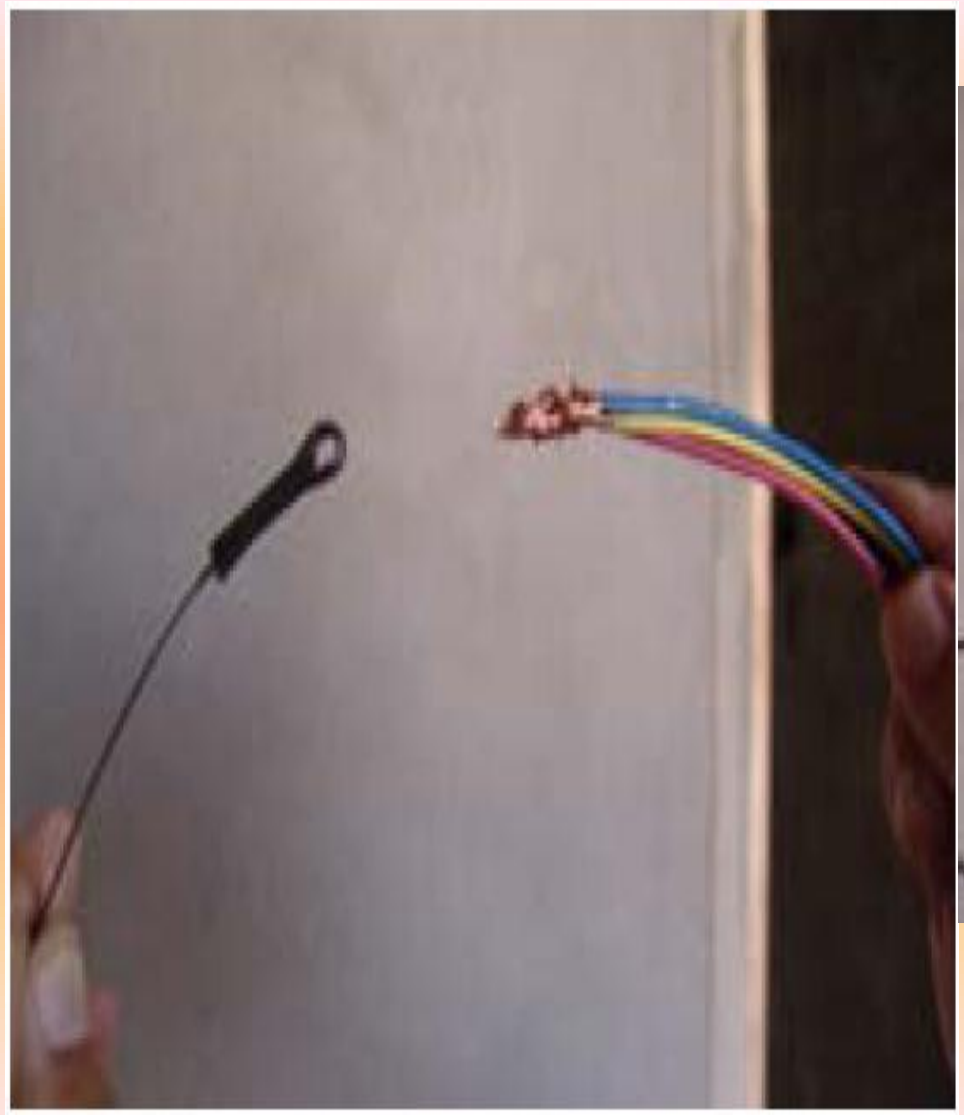


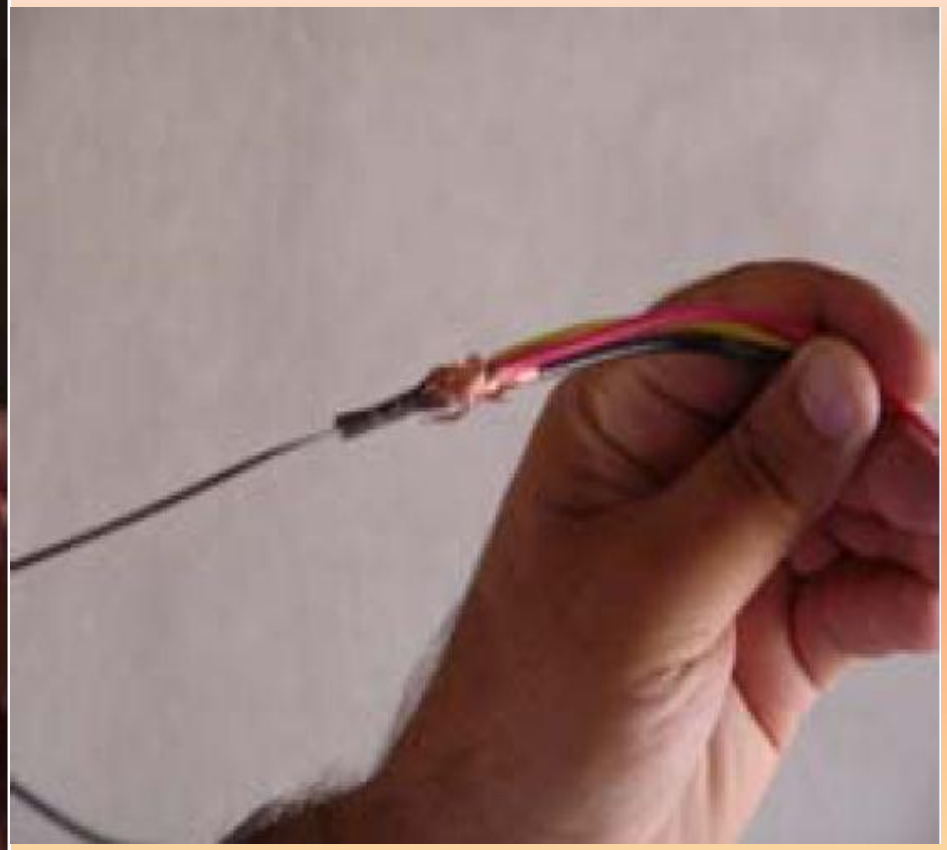
التفطيب حمول مواسير الكهرياء بالحوائط عند نسيان وضعها قبل المحاره



شاسيه لمفتاح كهرباء والتغذية من خلال مواسير تليفون او تلفزيون او نت ارضية

السوستة المستخدمة في سحب الأسلاك الكهربائية داخل جميع المواسير

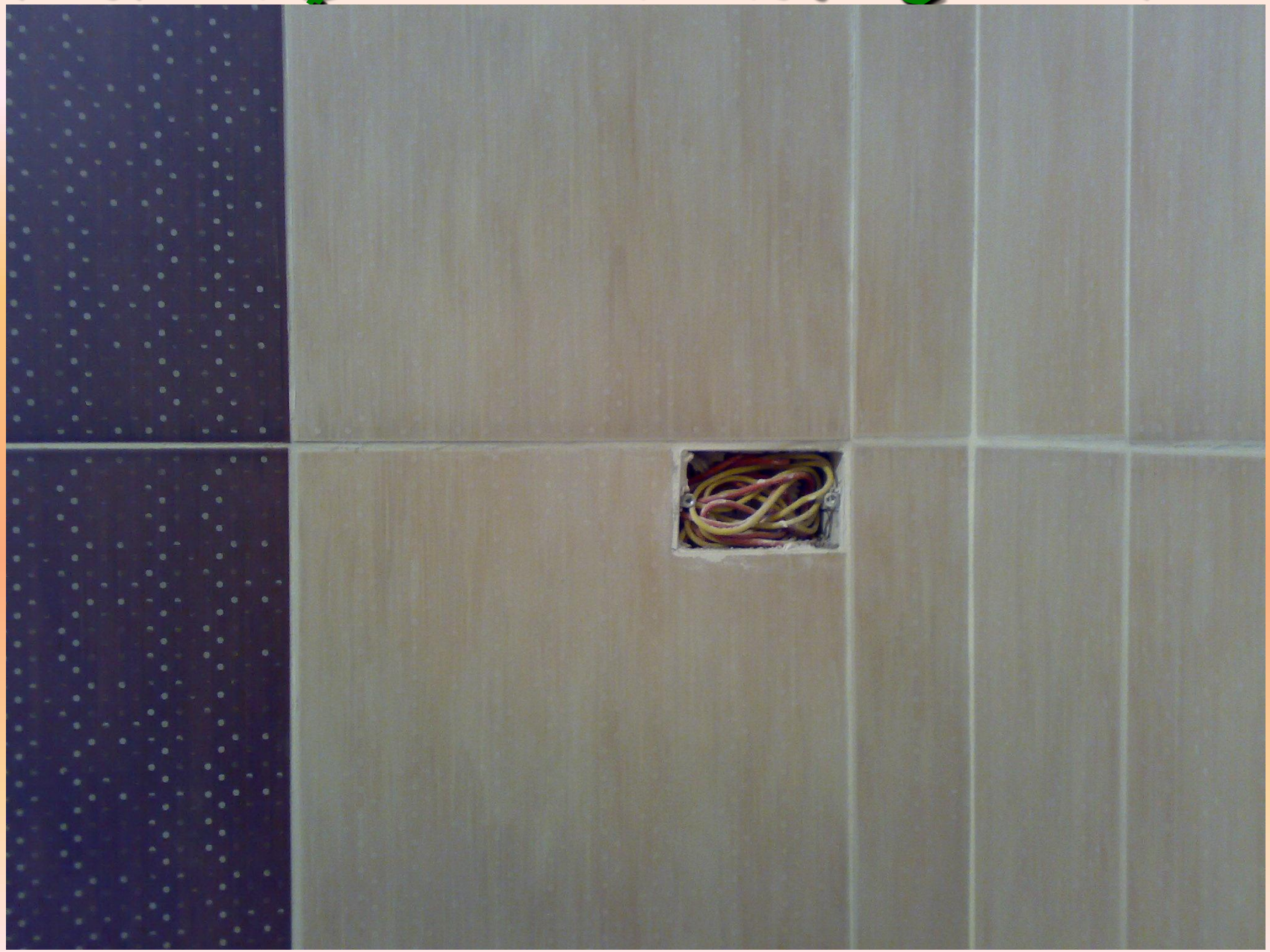




استخدام الشيكرتون لزوم عزل الاسلاك

مكان صحيح لمفتاح كهرباء ومكان خاطئ

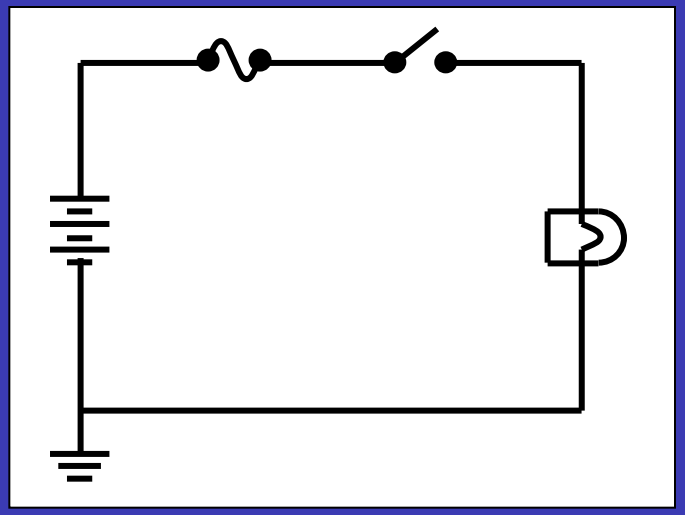
شاسيه لمفتاح كهرباء بحائط مكسي بالسيراميك

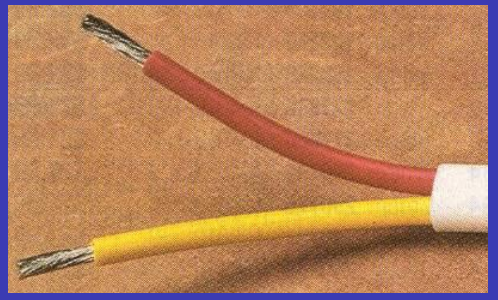


اللوحات الكهربية الرئيسية

اللوحات الرئيسية

Electrical Wiring Practices and Diagrams





Overview

- Safety
- Standards
- Wiring Considerations
- Wire Terminations
- Coaxial Cable
- Wiring Installations
- Wiring Diagrams

Safety

- Lethal Current
- Safety Precautions

Lethal Current

- Fundamental policy of the USPS is **SAFETY**

- Human Body
  - Resistance – 4 KΩ (moist skin) to 24 KΩ (dry skin)
  - Safe current (through chest) – less than 20 milliamps

  - E = 120 VAC R = 4 KΩ I = ?
  - I = 30 milliamps - NOT SAFE

  - Don't want current through chest cavity (may be lethal)

Safety Precautions

- Turn circuit off
  - Disconnect service cord
  - Disconnect negative battery cable
- If must work on live AC circuit
  - Need 2nd safety person
- Remove metal jewelry
- Know your boat and its wiring
- Use outlet tester on AC outlets
- Use 3-wire extension cord from GFI outlet

Standards

- American Boat and Yacht Council (ABYC)
  - AC and DC Electrical Systems is E-11
  - Minimum standards
    - Construction
    - Repair
- Marine Dept. of Underwriters Laboratory
  - Test and certify commercial products
  - Safety, not function

Wiring Considerations

- Conductors
- Wire Types
- Wire Size
- Wire Insulation
- Wire Color Code

Conductors

- Connects power sources to power loads
- Characteristics
  - Safe
  - Dependable
  - Efficient (minimal voltage drop)
- Boat environment
  - Worse than either house or car
  - High humidity
  - Vibration
  - Corrosive conditions

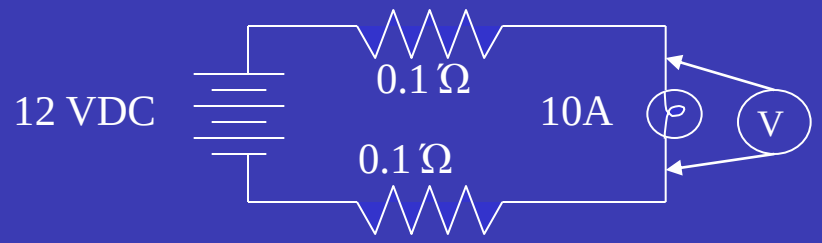
Wire Types

- Marine Grade
  - Type 3 is recommended
- Stranded copper
  - Tinned is preferred

Wire Size

- 3% voltage drop
  - Critical circuits (Nav lights)
  - Electronic Equipment
- 10% voltage drop
  - Cabin lights
  - Motorized Equipment
- Minimum size AWG # 16

Wire Has Resistance



What Voltage?

An. **10 VDC**

- Inadvertent Resistors
  - Wire too small (min of #16 - properly size using table)
  - Bad connections (or corroded connections)
    - Clean and tighten battery connectors
    - Tighten lug screws and inspect wire to lug connection
  - Why do wires get warm / hot?
    - Low resistance circuits pass high current ($P = I^2 \times R$)
    - Wires can account for much of the overall resistance

Wire Size Comparison

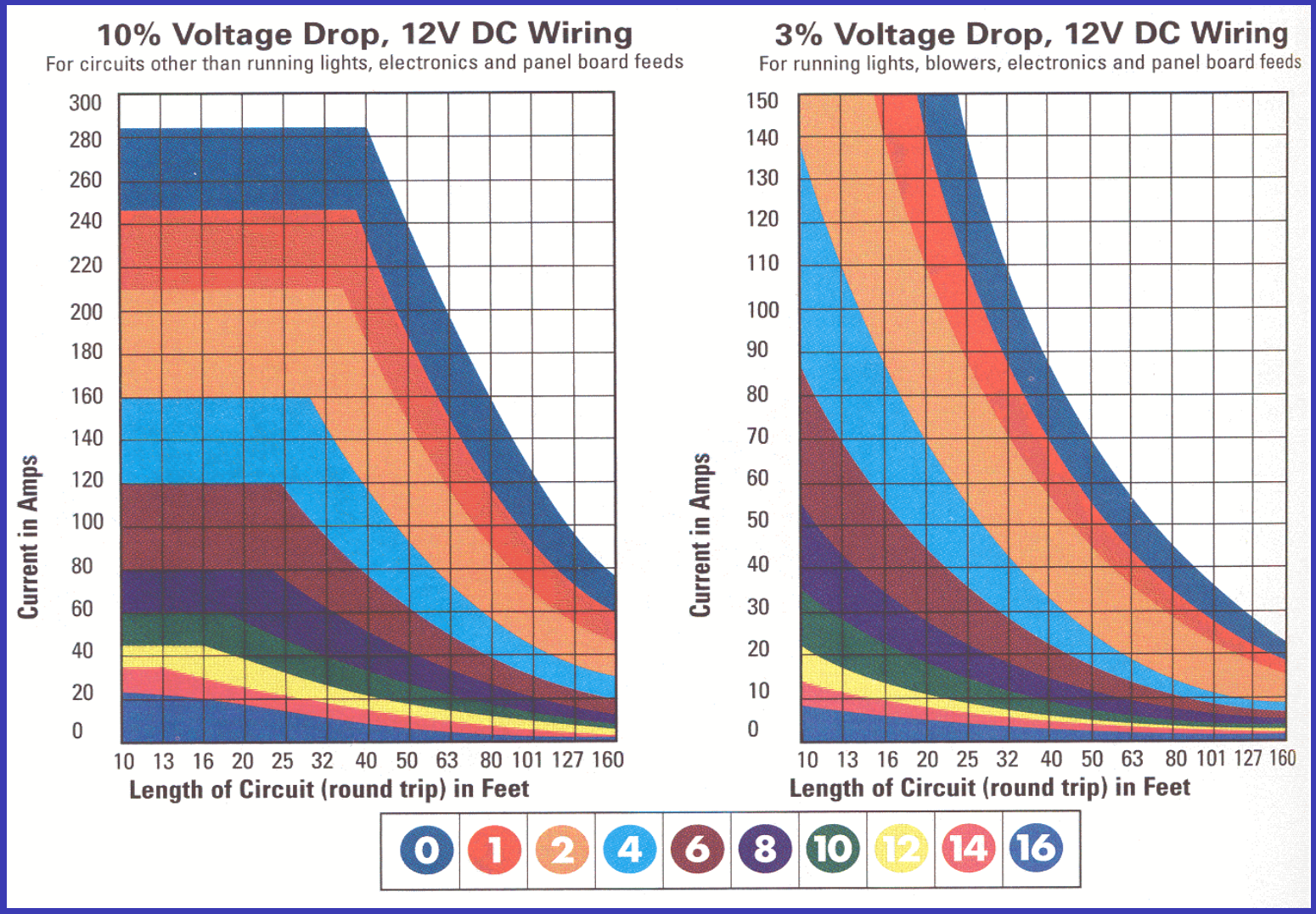
#16 top to #10 bottom

#2 top to #10 bottom

Copper Wire Characteristics

American Wire Gauge #	NEC Ampacity TW insul.	Solid Wire Diameter in Mils	Nominal Cross Section Area in Circular Mils	Minimum # of Strands	Resistance Ohms per 1000 feet
18	7	40	1,620	16	6.39
16	10	51	2,580	19	4.02
14	15	64	4,110	19	2.53
12	20	81	6,530	19	1.59
10	30	102	10,380	19	1.00
8	40	129	16,510	19	0.628
6	55	162	26,240	37	0.395
4	70	204	41,740	61	0.249
3	85	229	52,640	61	0.197
2	95	258	66,360	127	0.1563
1	110	289	83,690	127	0.1239
0	125	325	105,600	127	0.0983
00	145	365	133,100	127	0.0779

12- VDC Wire Size Selection



12 VDC Wire Size Selection

Wire Size Selection Table for 12 Volt Systems

Maximum length of run, in feet, of two-wire cable or dual conductors from battery terminals to equipment terminals.*

Current Amperes	Wire Size AWG# 16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	00
5	8	14	24	38	61	96						
10	4	7	12	19	30	48	76					
15	-	4	8	13	20	32	51	64				
20	-	-	6	10	15	24	38	48	61			
30	-	-	-	6	10	16	25	32	41	51		
40	-	-	-	-	8	12	19	24	30	38	48	
55	-	-	-	-	-	9	14	18	22	28	35	44
70	-	-	-	-	-	-	11	14	17	22	28	35
80	-	-	-	-	-	-	-	12	15	19	24	30
95	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16	20	26
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	18	22
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	20
145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17

Wire Size Selection Table for Starter Motor Circuit Only

Maximum length of single wire, in feet, from battery positive terminal to main battery switch, to starter motor, to common negative bus, to battery negative terminal.

Current Amperes	Wire Size AWG# 12	10	8	6	4	3	2	1	0	00
150	-	-	-	-	10	13	16	20	26	32
200	-	-	-	-	8	10	12	15	19	24
250	-	-	-	-	6	8	10	12	15	19
300	-	-	-	-	5	6	8	10	13	16
400	-	-	-	-	-	5	6	8	10	12
500	-	-	-	-	-	-	5	6	8	10
600	-	-	-	-	-	-	-	5	6	8
800	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6
1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5

120 VAC Wire Size Selection

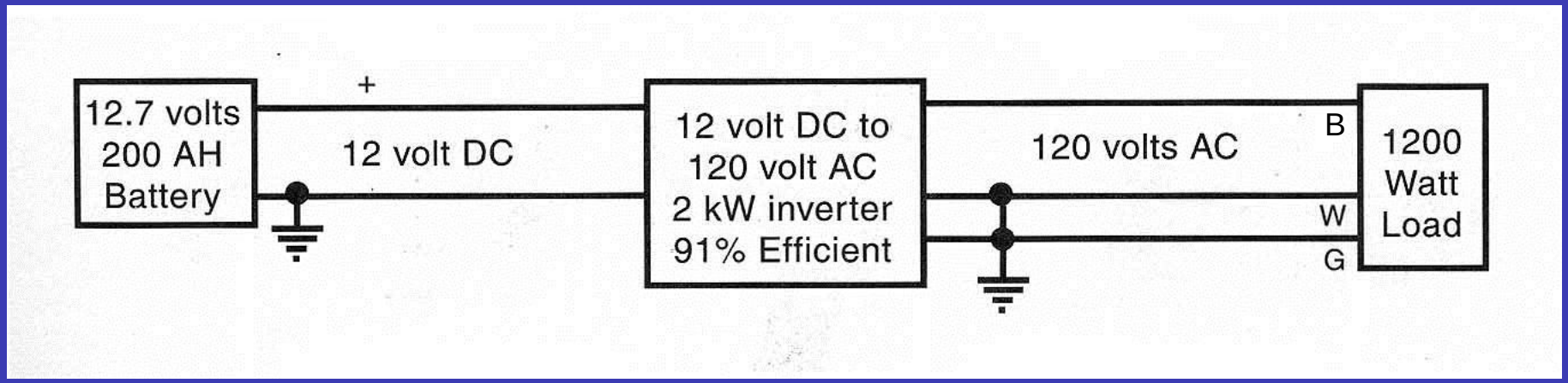
Wire Size Selection Table for 120-Volt Systems

Maximum length of run, in feet, of two-wire cable or dual conductors from power source to equipment terminals.*

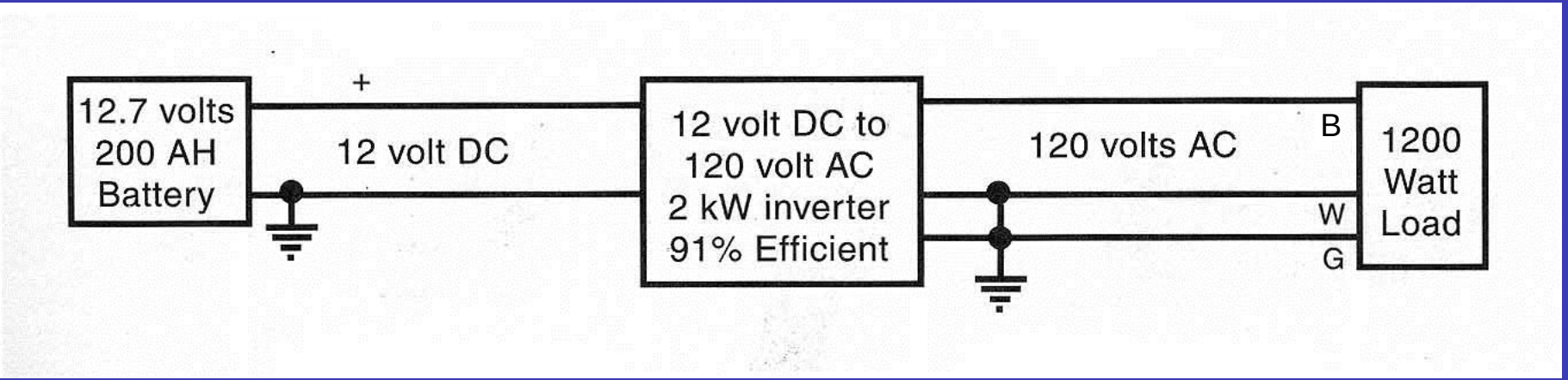
Current Amperes	Wire Size AWG# 16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
5	88	142	226	360	573						
10	44	71	113	180	287	456					
15		47	76	120	191	304	483				
20	-		57	90	143	228	362	457			
30	-	-	-	60	96	152	241	305	384		
40	-	-	-	-	72	114	181	228	288	363	
55	-	-	-	-	-	83	132	166	209	264	
70	-	-	-	-	-	-	103	131	165	208	262
80	-	-	-	-	-	-	-	114	144	182	229
95	-	-	-	-	-	-	-	-	121	153	193
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132	167
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	147

* Based on a Maximum Voltage Drop of 3% from source to load and a Supply Rating of 120 volts for American Wire Gauge Copper Conductors. If more current or a longer run is required, you must use a larger wire size to maintain the voltage drop at 3% or less.

What Size Wires?



Step 1



What current to Load? **I = 10 Amps**

P = E * I I = P / E I = 1200/120

From Table 2-1 – For 10A need **#16 wire**

From Table 2-3 – **Maximum of 44 feet** (for 10A in #16 wire)

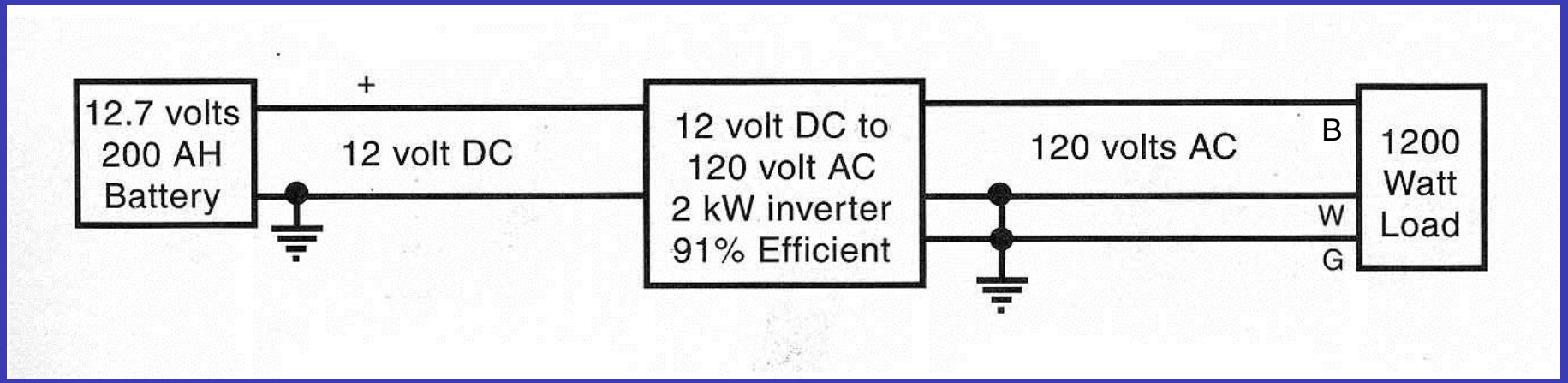
Step 1 Answers

AMPACITY

10 Amperes

#16 AWG TW

by Table 2-1

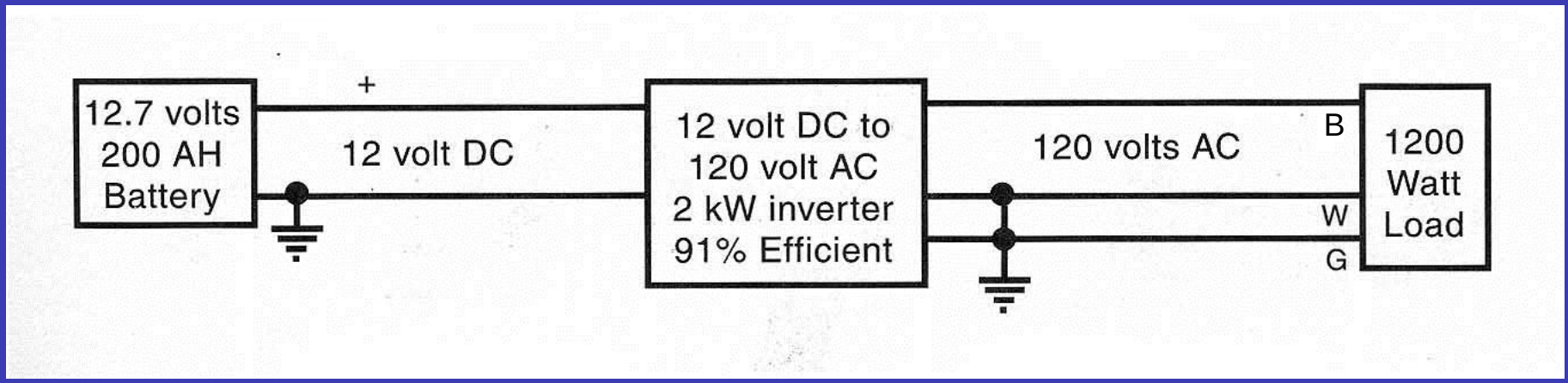


for 3% voltage drop

44 feet maximum

by Table 2-3

Step 2



What current to Inverter? I_{load} **= 100 Amps @ 12 V**

$I_{load} = I_{out} = I_{in} * 0.91$ $I_{in} = I_{out} / 0.91 = 100 / 0.91 =$ **110 Amps**

From Table 2-1 – For 110A need **#1 wire**

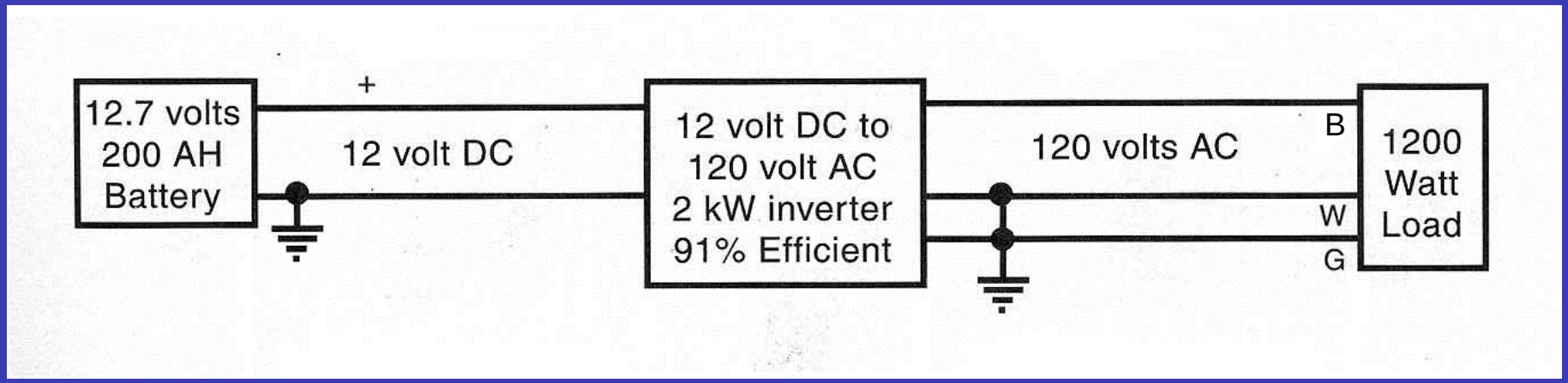
From Table 2-3 – **Maximum of 14 feet** (for 110A in #1 wire)

Step 2 Answers

AMPACITY

110 Amperes

#1 AWG TW



for 3% voltage drop

14 feet maximum

by Table 2-2A

Wire Insulation

- AC cables must be type UL 1426 BC
  - 600 volt insulation
  - Gasoline and Oil resistant
  - Won't absorb moisture
- DC wires & cables must be Marine Grade
  - 600 volt insulation
  - Gasoline and Oil resistant
  - Won't absorb moisture
- Color coded wires

Wire Color Code

Color	AC (Hot)	AC (Neut)	AC (Gnd)	DC +	DC -
Black	X				X[1]
White		X			
Green (may have a yellow stripe)			X		
Red	X[2]			X	
Yellow					X[1]

Footnotes:

1 – Yellow preferred for DC negative to avoid confusion with AC Hot wire

2 – 2nd hot wire in 220 VAC is Red

Wire Color Coding

Color Coding for DC and AC Wiring

Wire Color	DC Wiring*
Black or Yellow	DC Negative Conductors
Red	DC Positive Conductors
Yellow with Red Stripe	Starter Switch to Solenoid
Yellow	Bilge Blower (See note below)
Brown with Yellow Stripe	Bilge Blower (See note below)
Dark Gray	Navigation Lights, Tachometer Sensor to Indicator
Brown	Pump Circuits and from (1) Generator Armature to Regulator, or (2) Alternator Auxiliary Terminal to Regulator
Orange	Distribution Panel to Accessory Switch; Ammeter to Alternator or Generator
Purple	Ignition Switch to Coil & Instruments; Distribution Panel to Instruments
Light Blue	Oil Pressure Sensor to Gauge
Dark Blue	Cabin & Instrument Lights
Pink	Fuel Level Sensor to Gauge
Tan	Water Temperature Sensor to Gauge
Green or Green with Yellow Stripe	Bonding (DC Grounding Conductors) wires only
Green with Stripe (Any Stripe Color Stripe Except Yellow)	Tilt Down and/or Trim In
Blue/Stripe	Tilt Up and/or Trim Out

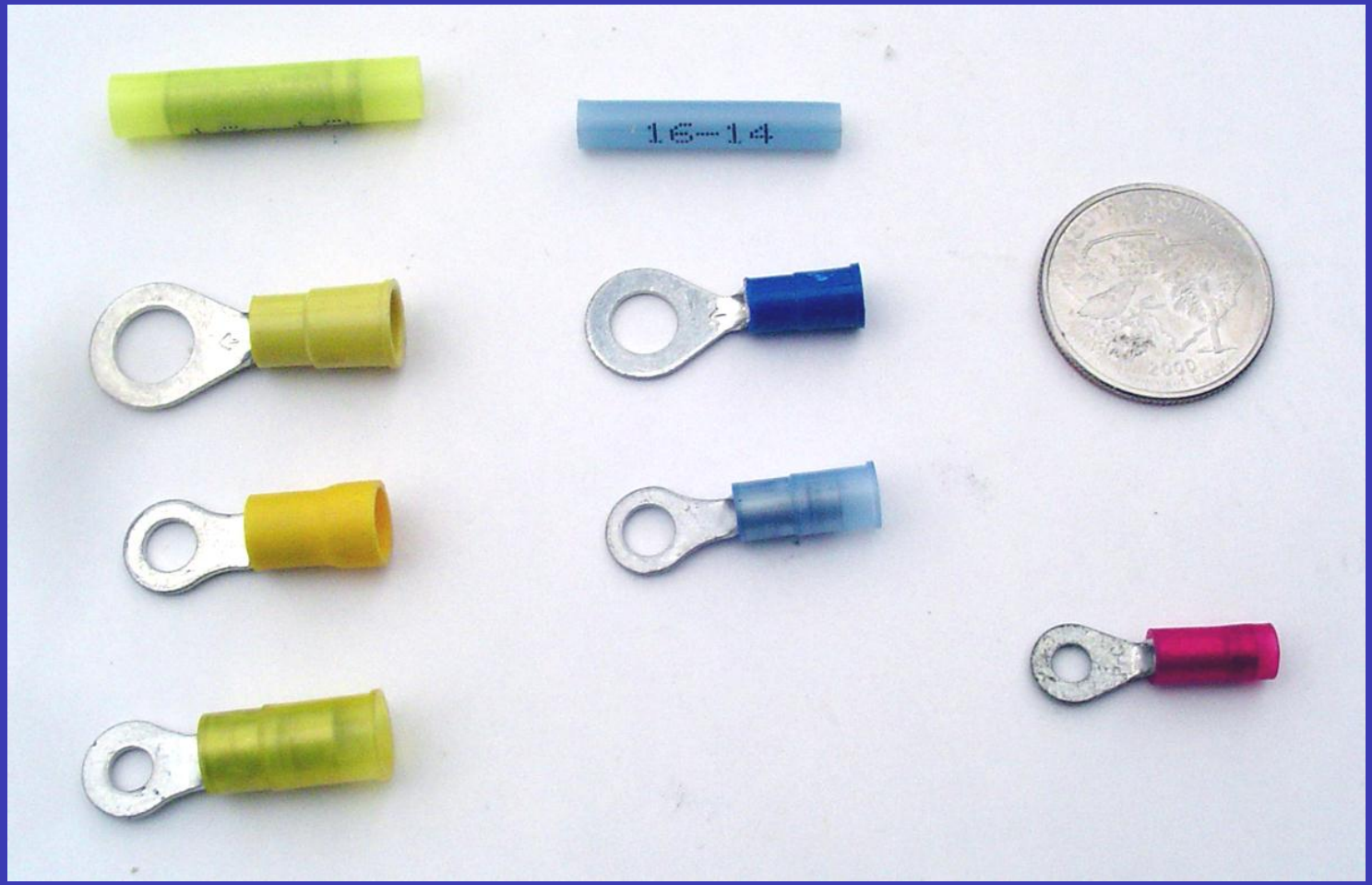
Note: If yellow is used for DC negative, blower must be brown with yellow stripe.
*DC Codes based on American Boat & Yacht Council Recommendations.

Wire Color	AC Wiring
White	Current Carrying Neutral. *Note:* Can also be light blue
Black	Hot Lead 120/240VAC Single Phase
Red	2nd Hot Lead 120/240VAC Single Phase
Green or Green with Yellow Stripe	Safety Grounding Conductor (AC)
Blue	Additional Ungrounded Conductor (Usually Third Phase)
Orange	Additional Ungrounded Conductor (Usually the High Leg on Center Grounded 240 VAC Delta Systems)

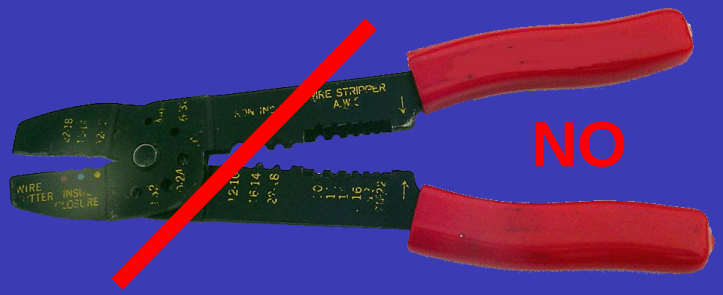
Wire Terminations

- Crimping
  - Special Tool
  - Approved Marine Connectors
  - Use of Ratcheting Tool
- Solder
- Heat-shrink Tubing

Wire Terminals



Ratcheting Crimper



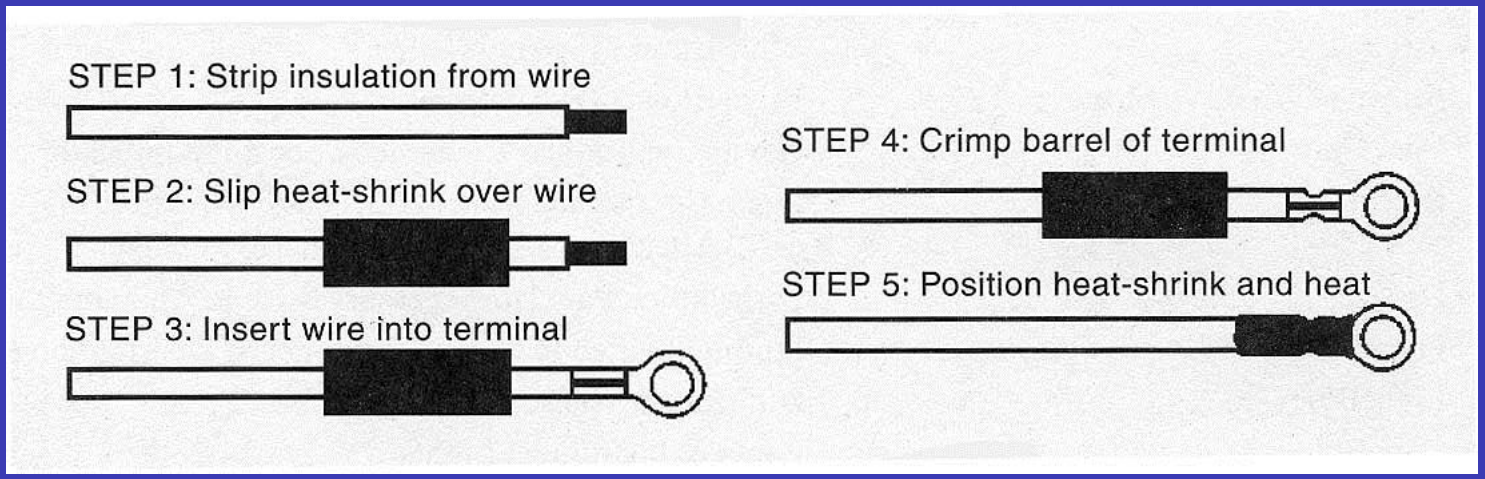
Ratcheting Tool Use

- First select appropriate connector
- Strip insulation length of stem plus 1/16”
- Insert stripped end all way into terminal
  - End should extend 1/16”
- Place terminal in same color slot
  - First crimp end of terminal barrel nearest ring
  - Then crimp wire end of terminal barrel
- Check the connection with a solid tug

Soldering

- Terminal connection can't be only soldered
  - Must also be crimped
- Soldering is normally not required
  - Crimped connectors are acceptable to ABYC
  - If solder, apply only to ring end of terminal
- Solder changes stranded wire into solid
  - Stranded wire is flexible
- Use 40% lead / 60% tin, rosin core solder
- Battery lugs may be only soldered

Heat-Shrink Tubing



Application Steps

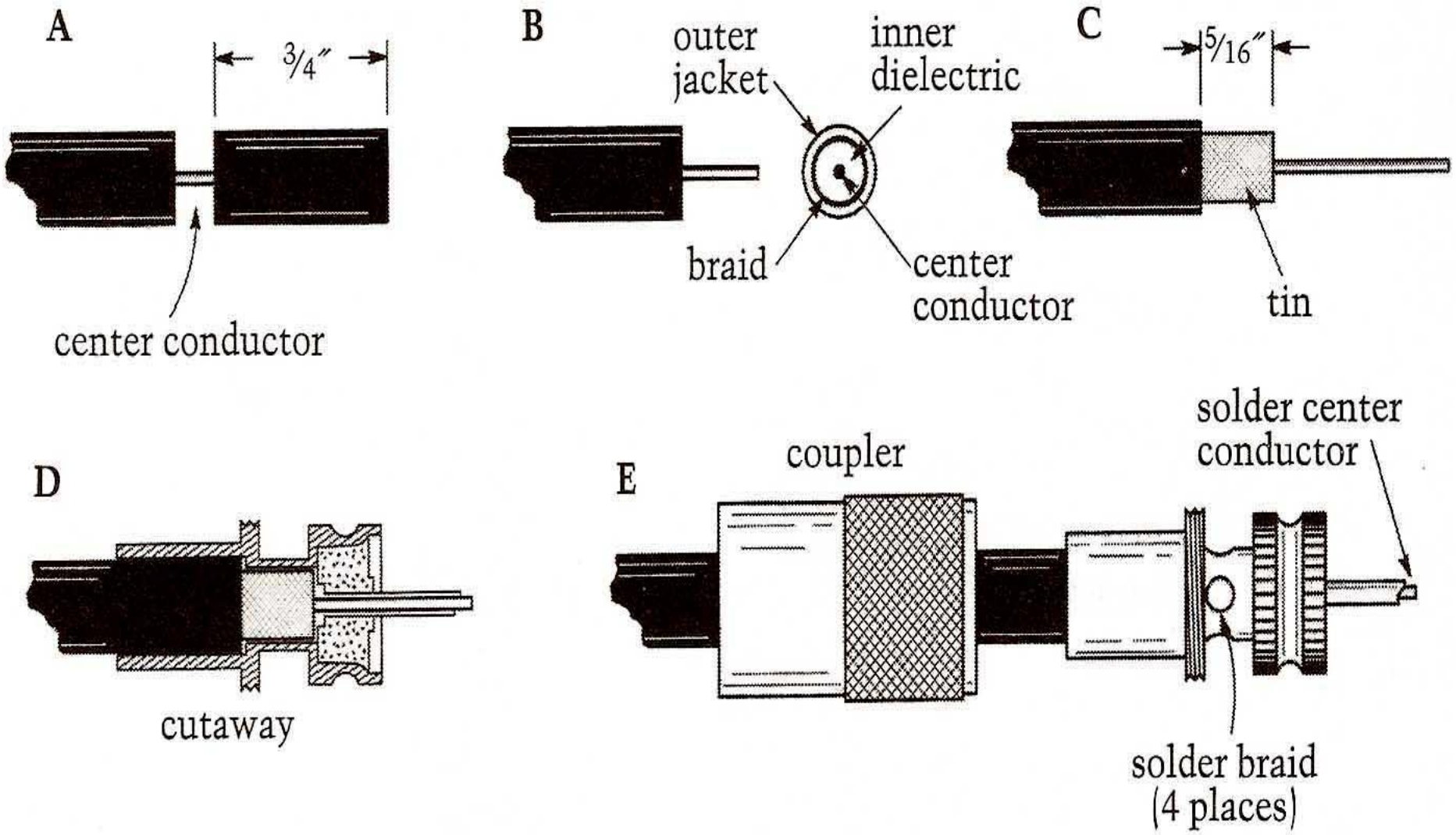
Coaxial Cable

- Antenna cable
- Radio coax is 50 ohm with PL-259
- Radio cable is cut to length
- Want attenuation under 3 db
- TV cable is 75 ohm with "F" connectors
- GPS cable is not cut to length
  - Coil excess in 1-foot loops

Coaxial Cable Information

Cable	Impedance in Ohms	Attenuation @ 150 MHz per 100 ft	Outside Diameter	Bend Radius in inches	Normal Connector	Remarks
RG-8/U	50	2.2	0.403	4	PL-259	
RG-8/X	50	3.2	0.242	2.4	PL-259	with adapter
RG-58A/U	50	5.8	0.194	2	PL-259	with adapter
RG-59/U	75	3.2	0.25	unk	Coaxial "F"	TV Coax
RG-213	50	3.2	0.405	5	PL-259	

Soldering PL-259 Connector



Wiring Installation

- Basic Considerations
- Distribution Panel
- Fuses / Circuit Breakers
- Branch Circuits
  - Wire
  - Outlets
  - Switches
- Grounding Systems
- Bonding Systems

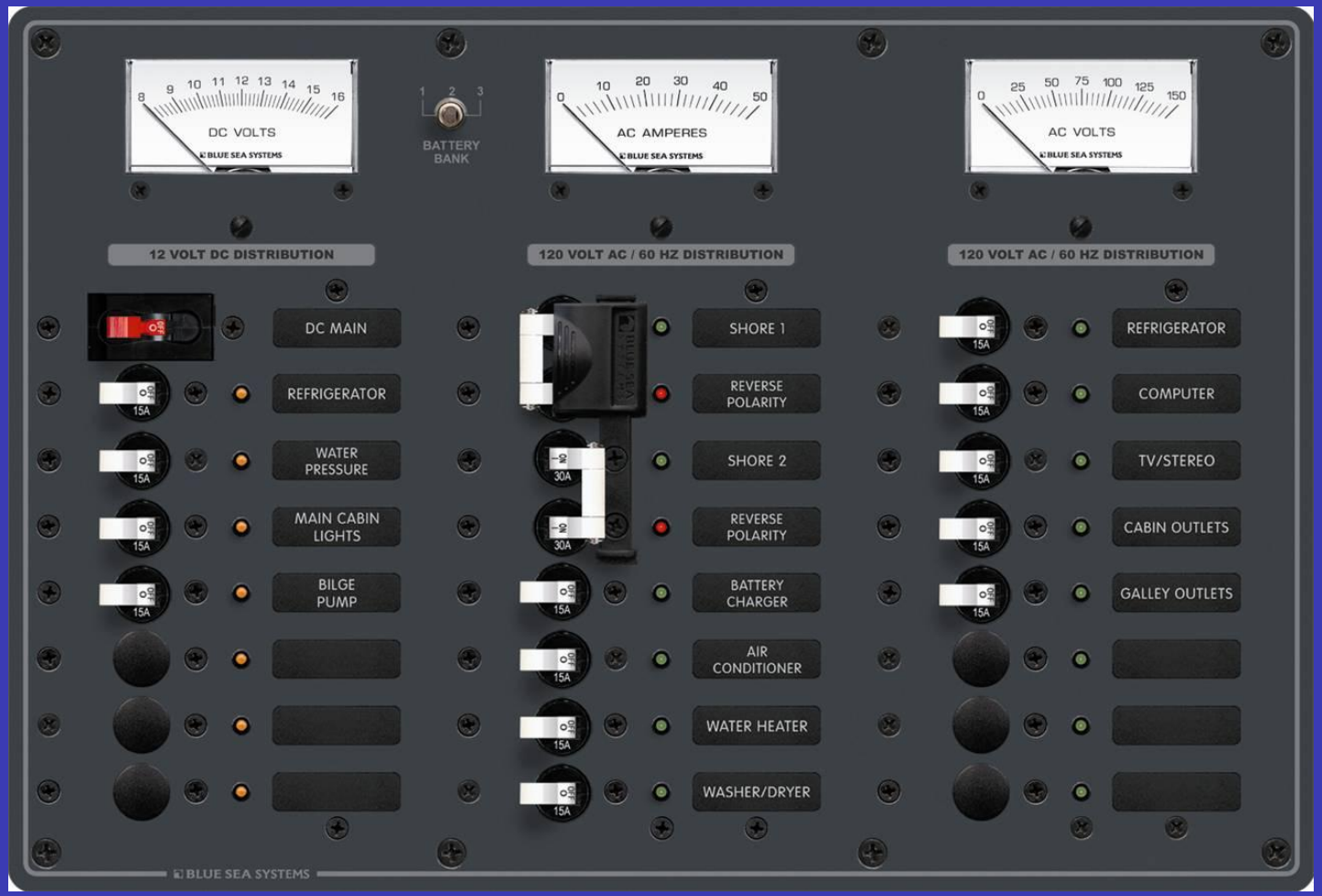
Basic Considerations

- Must have source and return wires
  - Return wires to a common point
  - May use feeder wire from power panel for:
    - engine, helm console, etc.
- Wires above flood level of bilge
  - Waterproof if in bilge
- Insulated support every 18”
- Twist DC wires within 1 meter of compass

Distribution Panel

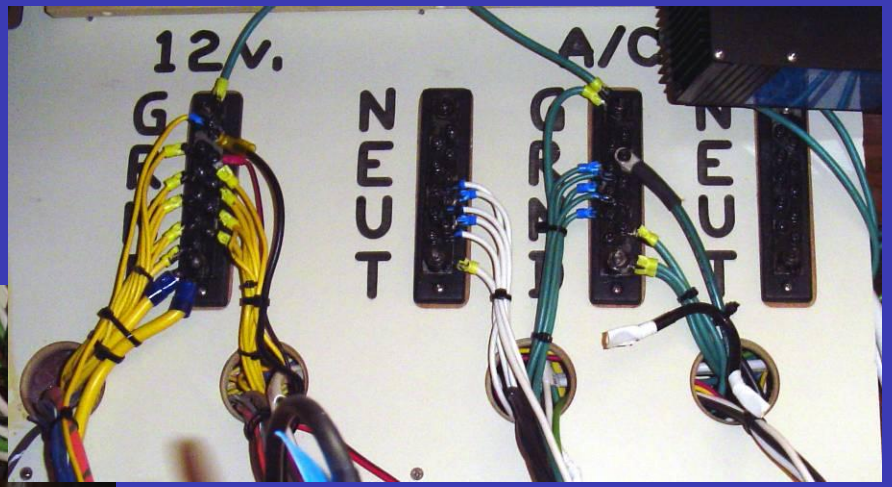
- Central location of Circuit Breakers / Fuses
  - All branch circuits from this location
- AC and DC may be combined in one panel
- All equipment / circuits should go to panel
  - Not direct to battery (except bilge pump)
    - Noise interference suppression covered in Section 7

DC / AC Power Panel

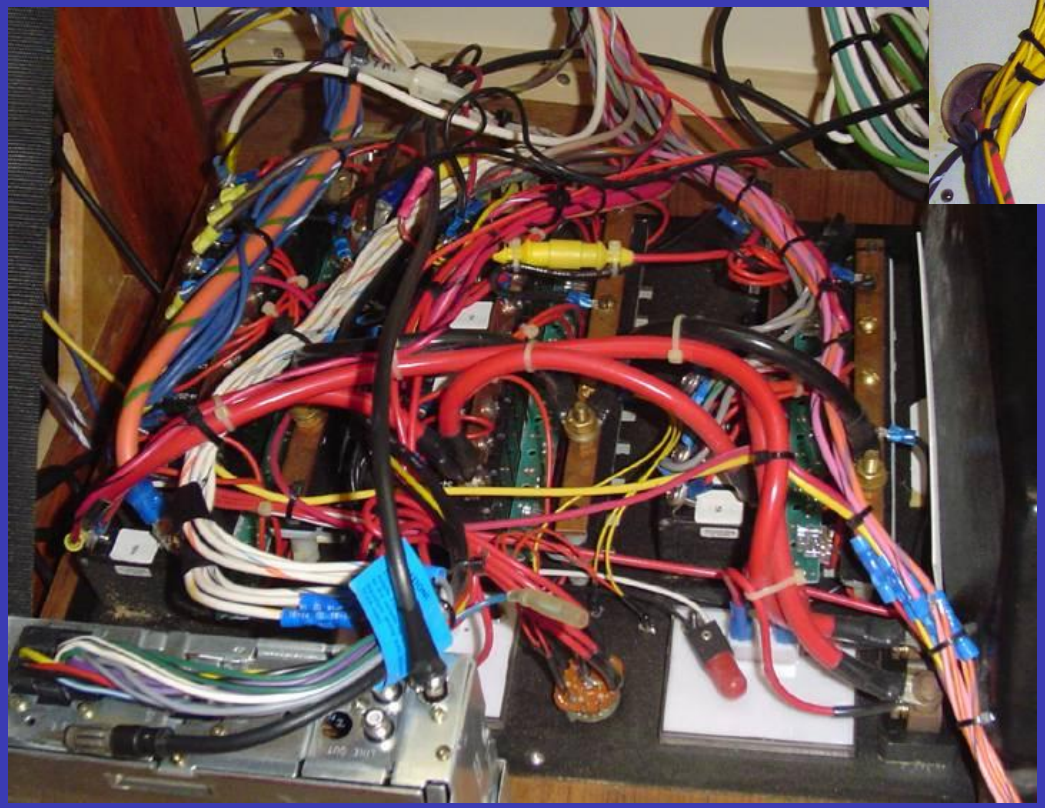


Front View

Inside Power Panel



Buss Bars



DC Side

Fuses and Circuit Breakers

- Used to protect wiring from over current
  - In positive or hot wire
- Newer boats use circuit breakers
  - Initially more expensive
- Replace blown fuse with correct rating

- Circuit Breakers should be Marine Grade
  - Trip free
  - Manual reset

Branch Circuits - Wires

- Minimum size is 16 AWG
  - See Wire Selection Tables
  - For AC normally #14 for 15A and #12 for 20A
- Must terminate in closed electrical box
- Of sufficient length
- DC negative returned to DC Panel
  - May use several negative feeder terminals
- AC neutrals returned to AC Panel
- Bonding system never used as return wire

Branch Circuits - Outlets

- 120 VAC outlets must be 3-wire polarized
  - Black (hot) to brass or copper colored terminal
- Outlet wires must have crimp terminals
- GFI outlets
  - Required on weather deck, head, galley and machinery spaces
  - Good practice for all AC outlets to be GFI
  - Trip at 5 milliamps
- Different outlets for AC and DC power

Outlets and Plugs

12 VDC

DC Outlet (Receptacle)

120 VAC

15 A Outlet

120 VAC

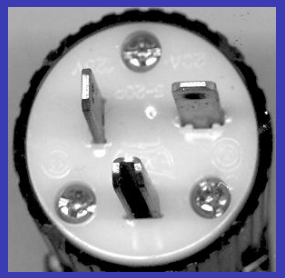
GFI 15 A Outlet

120 VAC

20 A Outlet

DC Plug

AC Plug 15 A



AC Plug 20 A

Branch Circuits - Switches

- Modern panels use Circuit Breakers
  - Which also double as switches
- Switches / Circuit Breakers
  - Must be Marine Grade
  - Rated for the voltage and current controlled
  - Interrupt the positive (DC) or hot (AC) leg
- Battery Switch
  - Designed for high current service
  - Not located in engine or fuel-tank compartments

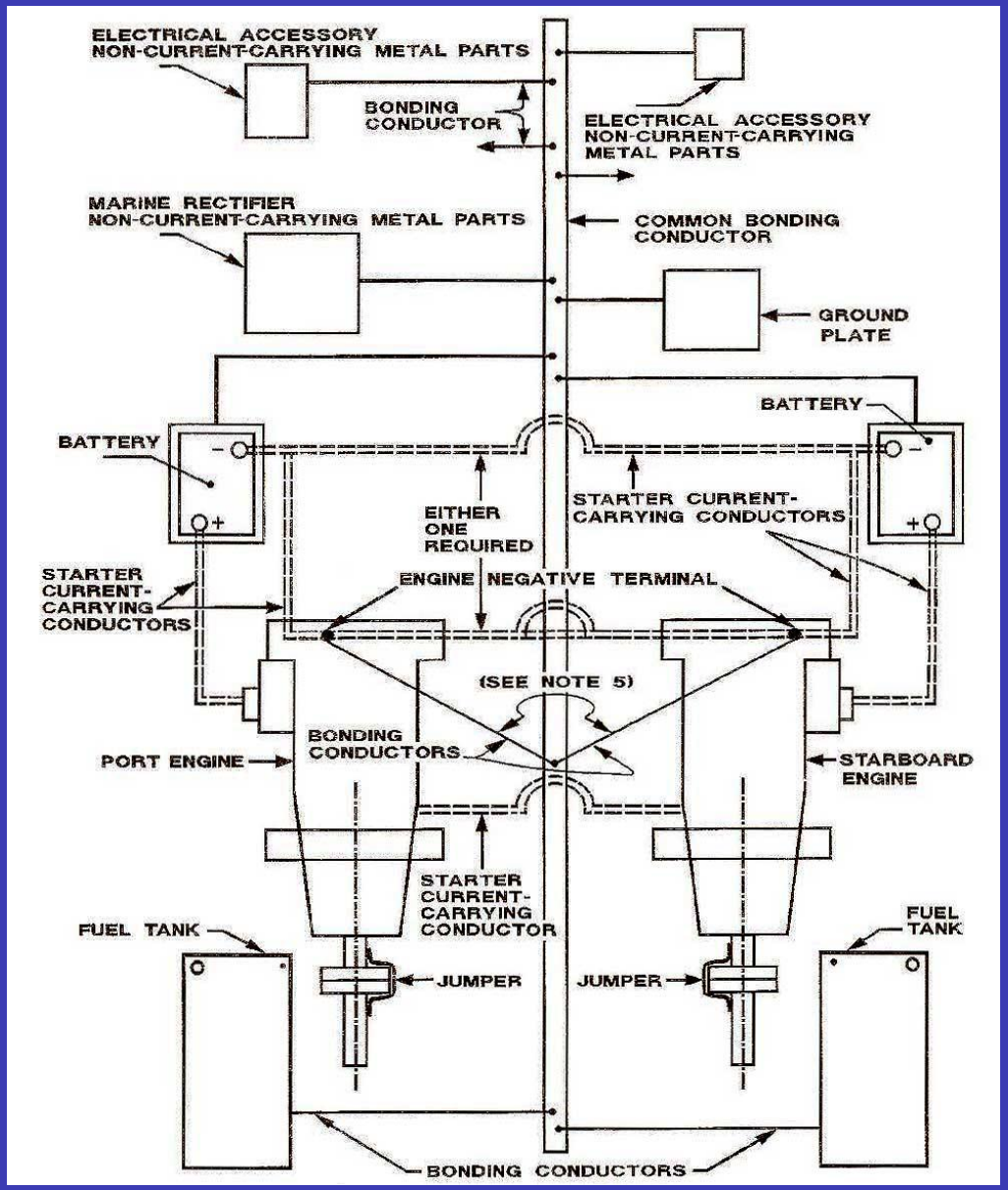
Grounding System

- Ground is potential of water around boat
  - Or potential of earth's surface
- DC – Ground Battery negative terminal(s)
  - Also engine block
  - Wire color is Yellow (or Black)
- AC – Transformer center tap on shore
  - Also connected to ground rod at transformer
  - Wire color is Green and uninterrupted wire
    - Isolation transformers and galvanic isolators are exception and covered in Chapter 4 on AC
- Engine, DC negative & AC ground connected

Bonding System

- For lightning protection
  - More in Chapter 6
- All metal objects should be bonded
  - Keeps all metal at zero potential
  - Engine blocks
  - Battery negative terminals
- Non-current carrying wire
- Through-hull fittings
  - ABYC now recommends they be bonded
  - Electrically isolated from metal hull

Bonding Diagram



Wiring Diagrams

- Elements of a Good Wiring Diagram
  - Documents boat's electrical layout
  - Should be kept current
  - Used for troubleshooting
- Component Identification
  - Physical objects to their symbol
  - Wires are color coded

Wiring Diagram Symbols

Wire (insulated, metal conductor)

Wires crossing (but NOT connected)

Wires connected (at dots)

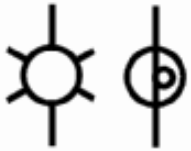
Battery (long line on top is positive)

Switch, single pole, single throw (SPST)

Switch, single pole, double throw (SPDT)

Switch, double pole, single throw (DPST)

Incandescent Light



Alternate symbol for Light

Circuit Breaker

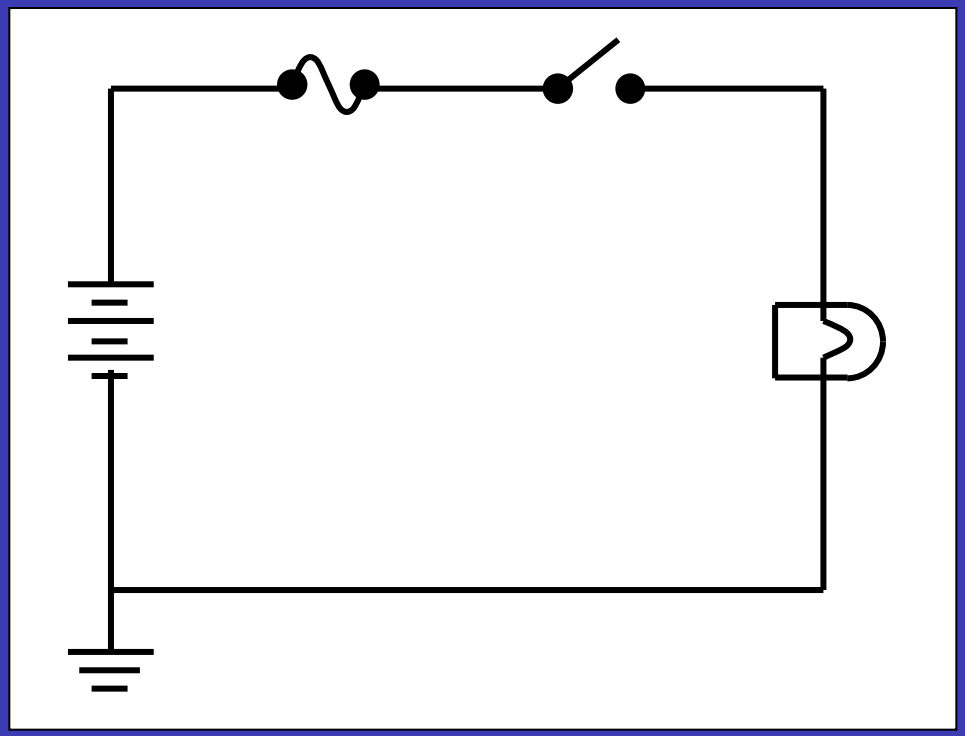
Fuse

Ground

Male Connector

Female Connector

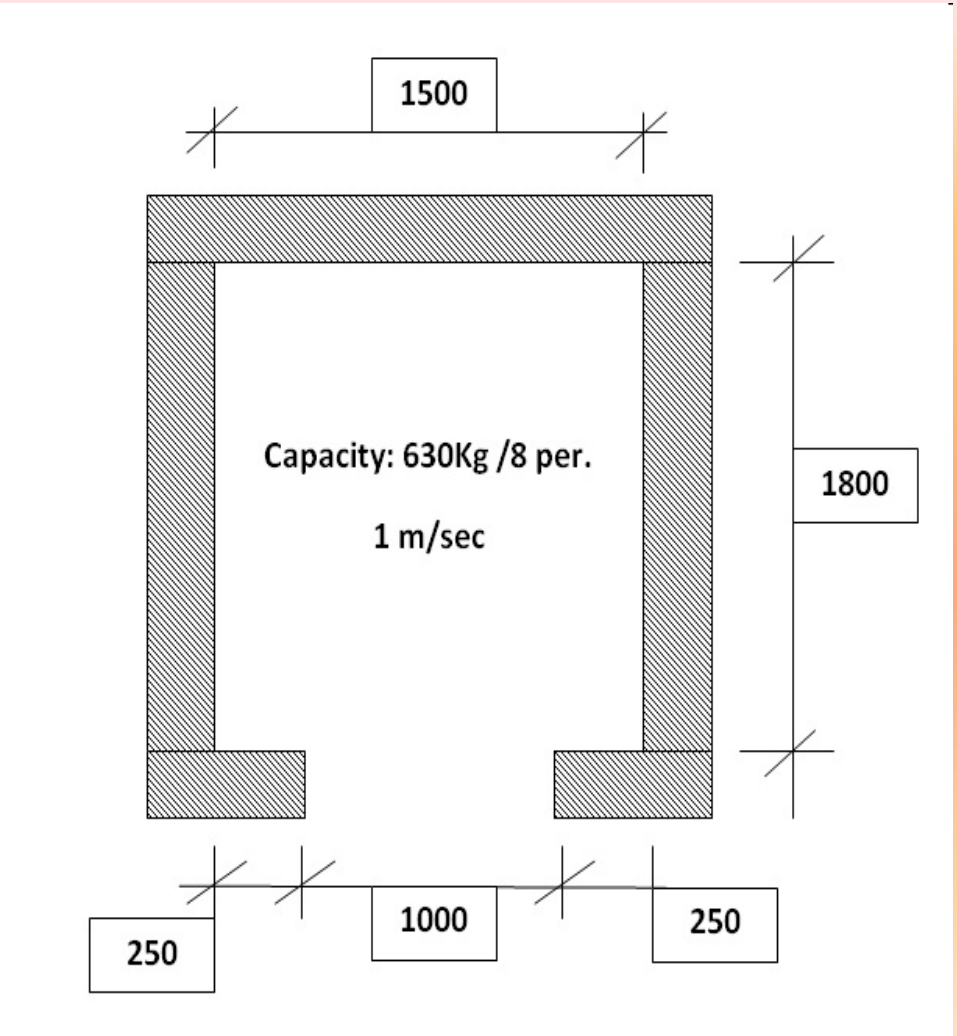
Simple DC Wiring Diagram

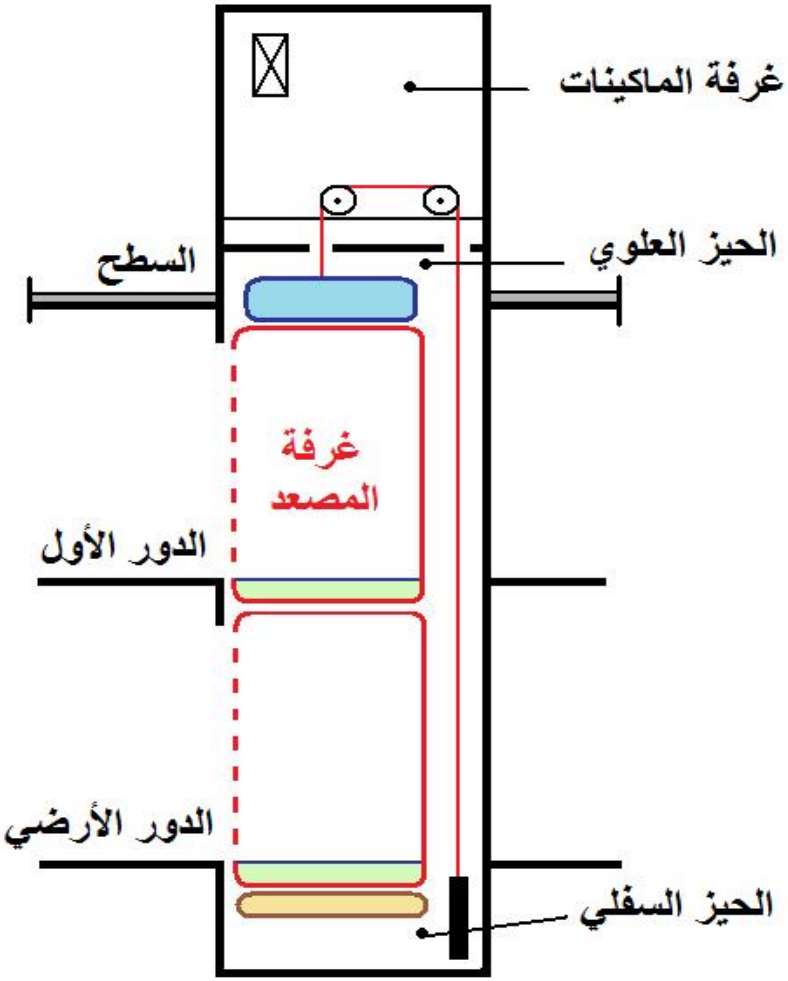


Summary

- Circuits should be off when working on them
- Use only marine grade properly sized wires
  - Tables will help determine proper wire size
  - Minimum wire size is #16 AWG
- Use wire terminations and ratcheting crimper
- DC circuits are 2 dedicated wires
  - Waterproof wire connection in bilge
- AC circuits are 3 dedicated wires
  - GFCI in galley, head, machine spaces & weather deck
- Separate Grounding & Bonding systems required
- Keep wiring diagram current

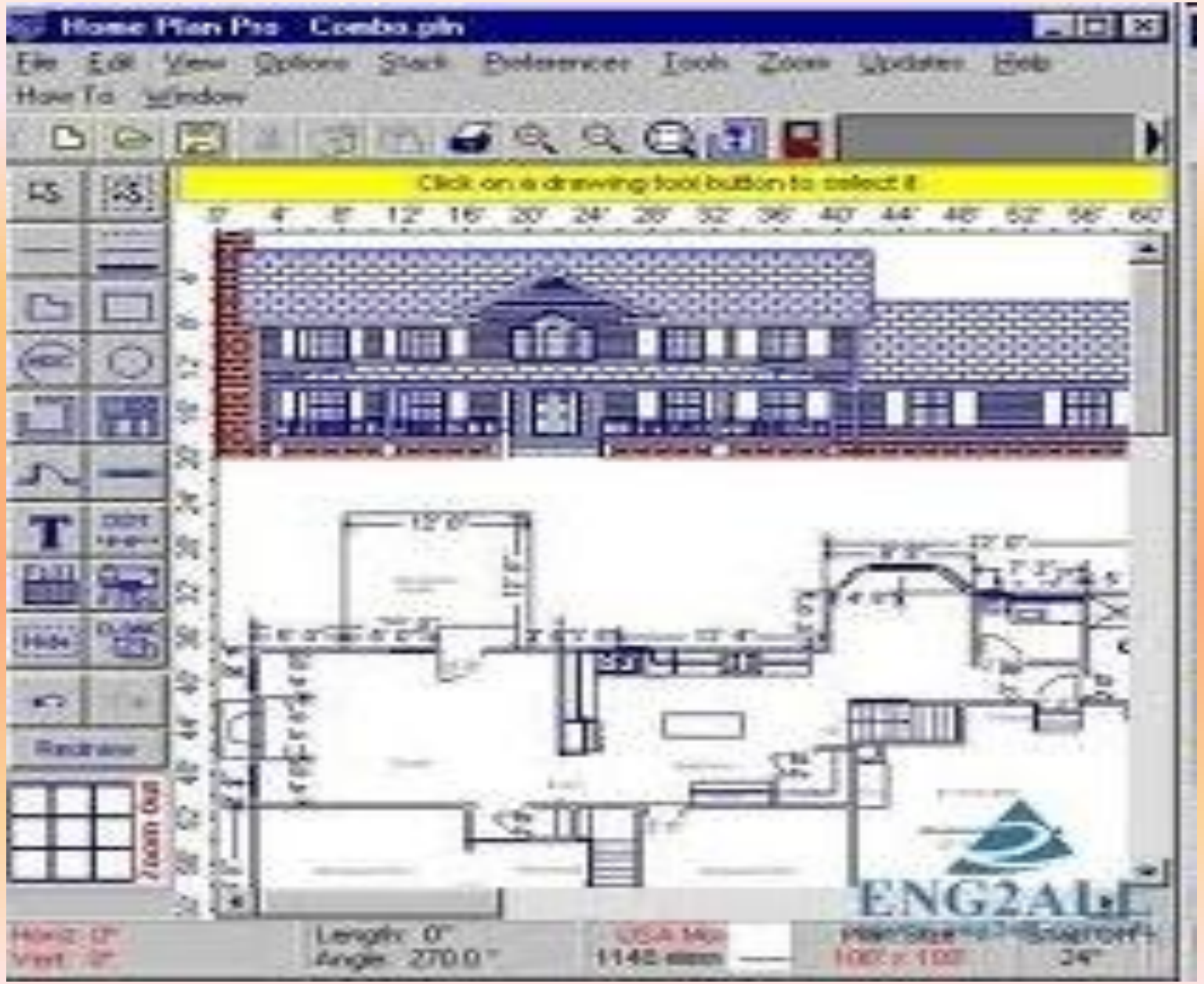
رسومات المصاعد



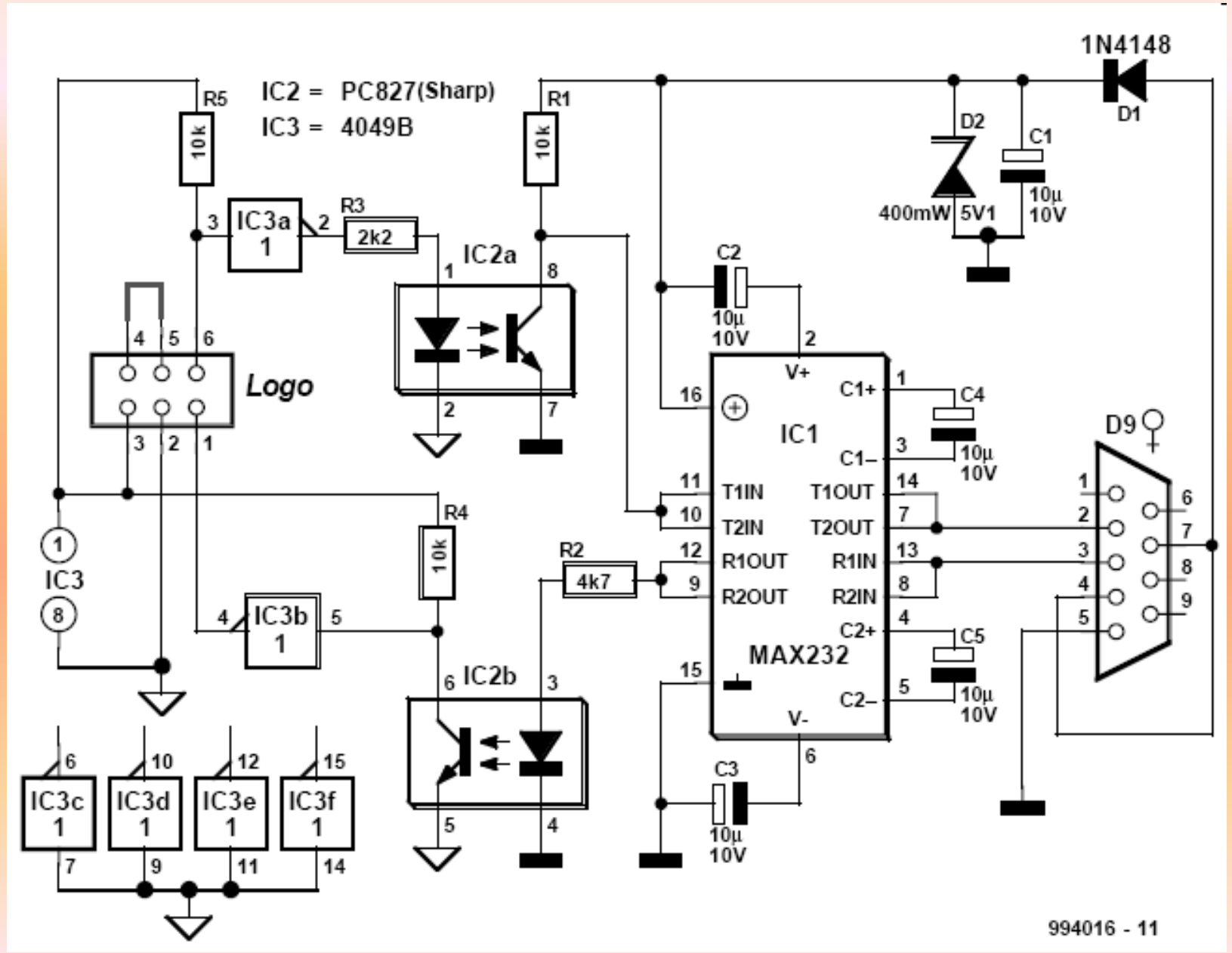


ماكينات المصاعد الكهربائية

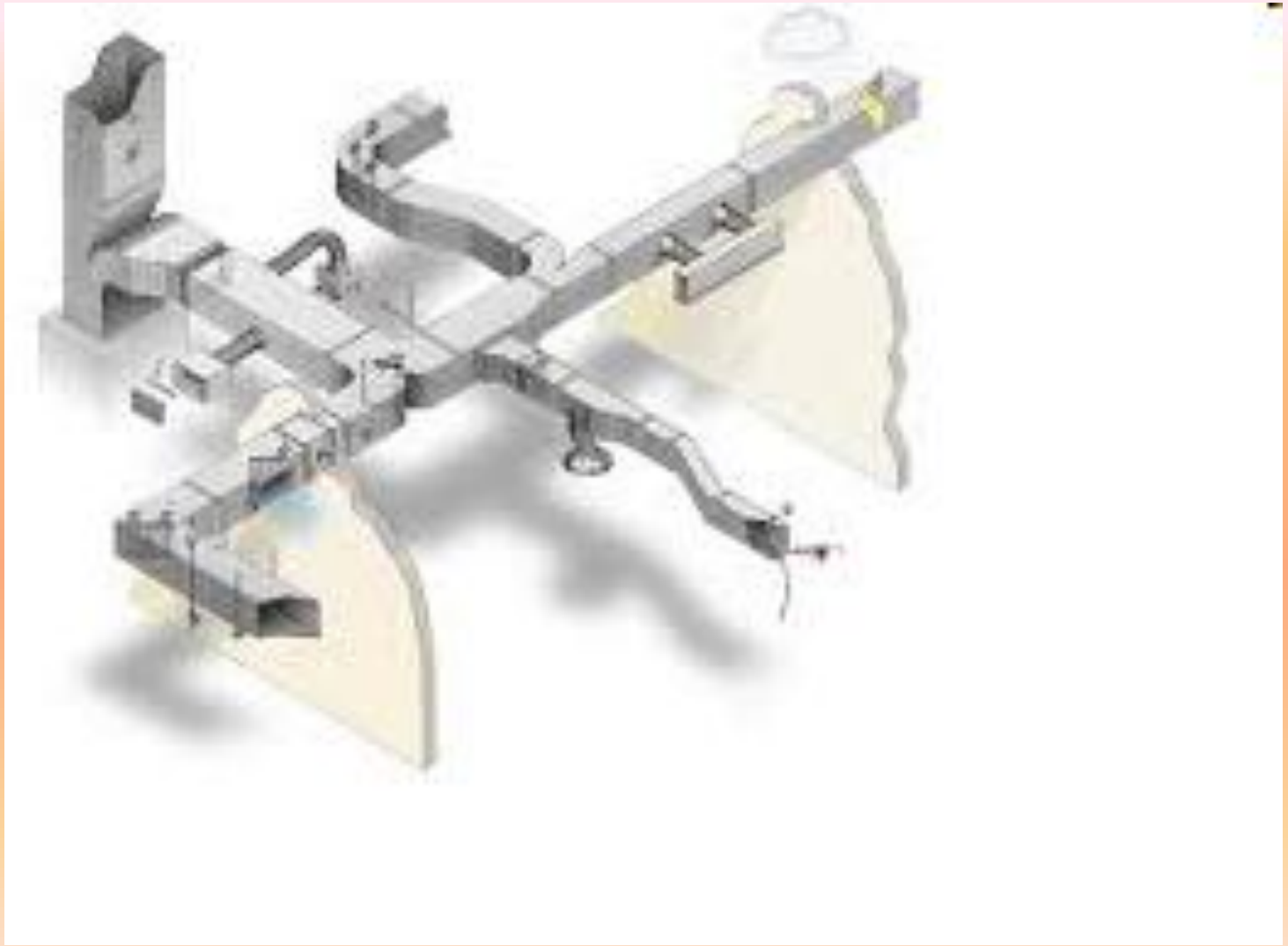
الرسومات التكييف



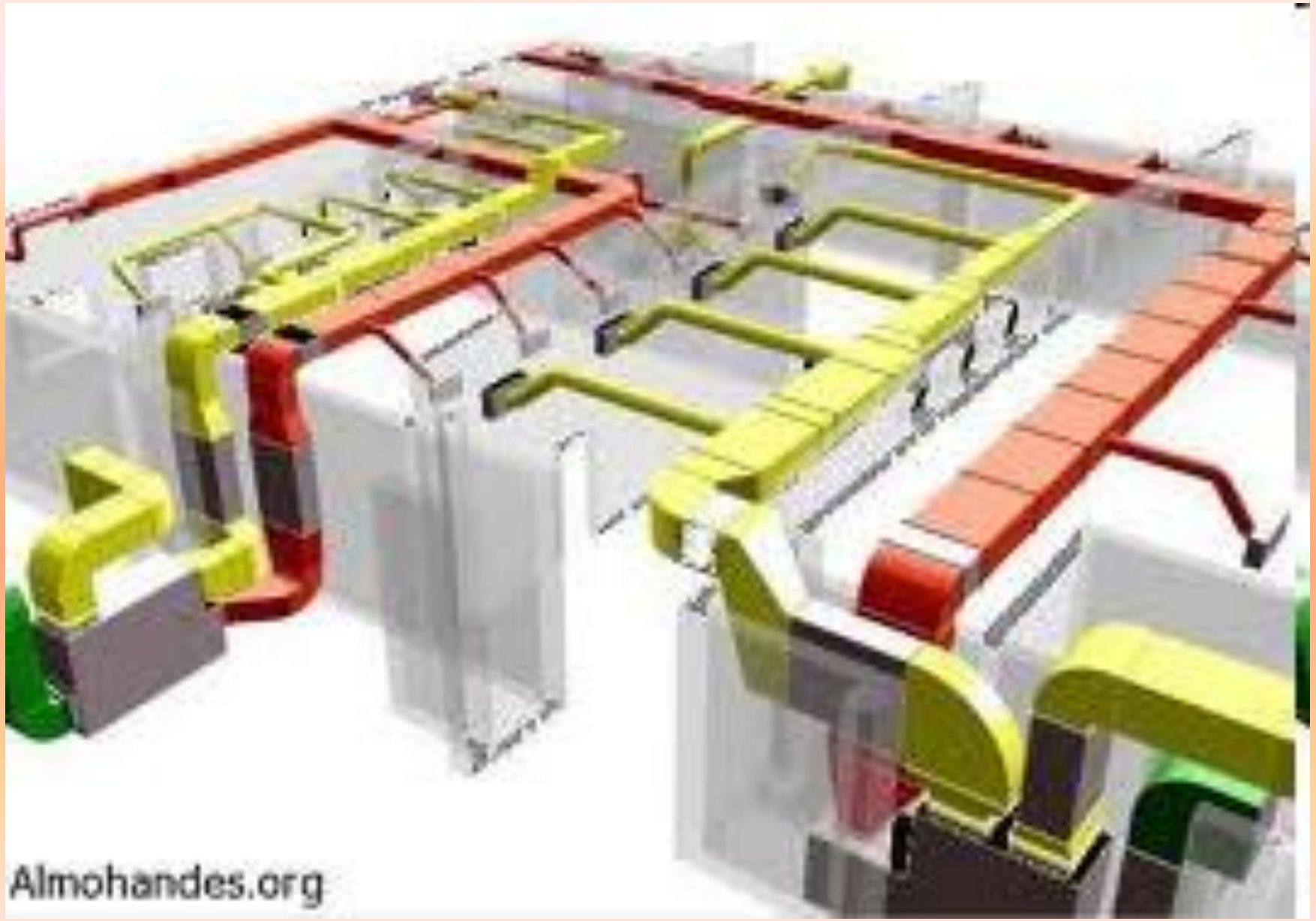
الرسومات الكهربائية



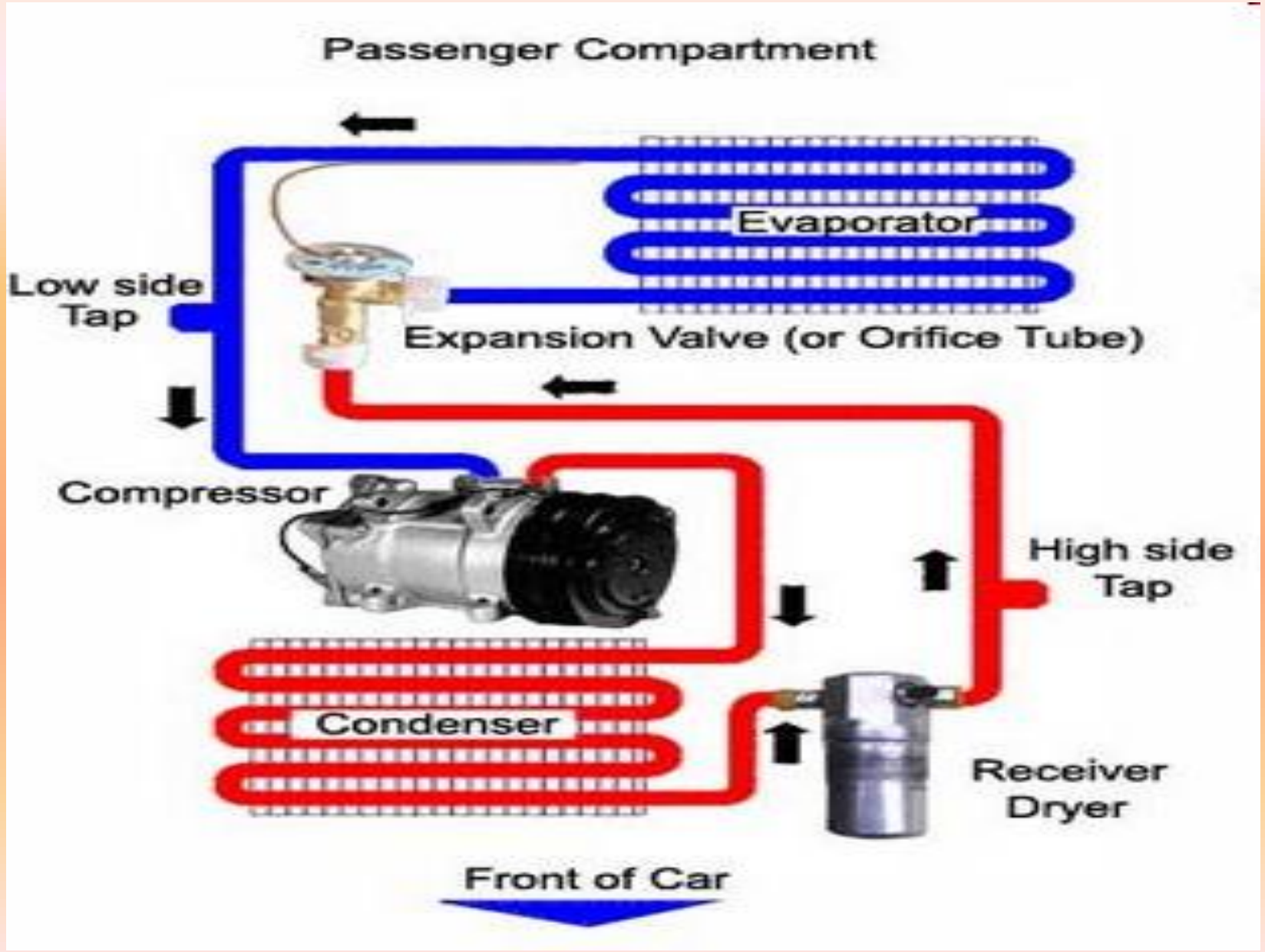
الرسومات التكييف



الرسومات التكييف



دورة عمل التكييف



مسارات التكييف

فتحه دخول هواء التكييف المركزى

توصيله تكييف A/C duct

التركيبات الكهروميكانيكية

التركيبات الكهروميكانيكية