

أبجدية الإلكترونيات

أفكار لفهم العناصر الإلكترونية



في عالم الإلكترونيات كلما أحرقت أكثر.. كلما تعلمت أكثر

وسيم الخاير

هذا الكتاب حر ومخصص للتوزيع المجاني للجميع بنسخته الإلكترونية، ولك حرية نشره أو بعض من أجزائه لكن بشرط الإشارة إلى المصدر.

كافة الأسماء والشعارات والعلامات التجارية الواردة في هذا الكتاب هي ملك لأصحابها!

لا يجوز استخدام هذا العمل بأي صورة تجارية إلا بعد أخذ إذن المؤلف.

إعداد و تحرير

وسيم الخاير

للتواصل مع المؤلف:

www.dadlab.xyz



تقديم

الحمد لله معلم الإنسان مالم يعلم، الذي علمنا السؤال ليفتح عقولنا لنتفكر في عظيم خلقه ونزداد إعماراً لأرضه، وصلى الله على نبيه محمد القائل: (فضل العالم على العابد كفضل القمر ليلة البدر على سائر الكواكب).

ففي عصر تتسارع فيه تقنيات الاتصال وتتقارب فيه المسافات وتزداد فيه وتيرة التطبيقات العملية لعلم الإلكترونيات، فلا نكاد نمر بيوم حتى نسمع أو نشاهد تطبيقاً جديداً يفتح أفقاً واسعة للمهتمين بعالم الإلكترونيات بل حتى غير المهتمين. فكان لابد لنا أن نساهم في فهم ما يدور حولنا -على أقل تقدير- وأن نعمل على المشاركة في دفع هذه العجلة وأن نصطف مع كبار المساهمين في نهضة الإنسان. ومع كثرة التطبيقات وتسارع وتيرة توالدها وانتشارها، أيقنت أنه من المستحيل أن نناقش كل شيء! فلا بد إذا من تركيز الجهد على مناقشة الأبجديات والتطبيقات الرئيسة التي منها يمكن الانطلاق إلى فضاءات أوسع، ونقل

أفكارنا هنا إلى مجالات أخرى لم يتم طرحها في الكتاب لأننا على يقين أن أساسيات علم الإلكترونيات التقليدية لم تتغير بشكل كبير في يومنا هذا، وإنما أغلب ما يتم طرحه هو تطبيقات جديدة بطرق إبداعية. إذًا نحن نتناقش سوياً لنضع حجر الأساس لنهضة فكرية في مجال التصميم الهندسي لفن الإلكترونيات. سنعمل معاً على طرح حيل وأفكار يتم تطبيقها في أغلب المنتجات الحالية والتي يمكن استنساخها إلى تطبيقات أخرى متروكة فيها المجال لخيال القارئ.

هذا الكتاب لابد له أن يكون ضمن سلسلة لاحقة -أسأل الله أن يعينني عليها- تغطي جوانب مختلفة ومستويات متعددة. وكتابنا هذا هو نقطة الانطلاق لمعرفة الخطوط العريضة لمعرفة كيفية عمل الدارات الإلكترونية من حولنا. لذلك سنركز في هذا الكتاب على موضوعين رئيسيين: العناصر الإلكترونية وآلية عملها، والحيل المستخدمة لتصميم المنتجات الإلكترونية بطريقة احترافية.

سيكون هذا الكتاب مجانياً لكل إنسان مهتم بالقراءة ونشر المعرفة، فالعلم ليس حكراً لأحد ونشره واجب على كل إنسان قادر عليه. والحقيقة أننا لن ننقل من دائرة الدول النامية في عصرنا الحالي إلى دائرة الدول الصناعية المتقدمة ما لم نزرع في أفكارنا ونؤمن أن نتشارك في نشر العلم ونفع الآخرين باختلاف معتقداتهم وآراءهم وأعراقهم. لذلك أحث أي مطلع على هذا الكتاب أن يساهم في نسخه وطباعته ونشره لكل مهتم، فبذلك نتقدم جميعاً ونساهم معاً لتحقيق نهضة في أفكارنا لتتطور مجتمعاتنا.

لماذا نشر هذا الكتاب؟

توجه إلى مكتبتك التي اعتدت شراء كتبك العلمية منها واسأل البائع عن أي كتاب يتعلق بعلم الإلكترونيات ستجد إما ترجمات لكتب أجنبية تم نقلها حرفياً، أو كتب أكاديمية بحثية تتعامل مع هذا العلم على أساس

رياضي بحث أو أخرى تم تأليفها منذ تسعينيات القرن المنصرم ومن النادر أن تجد ما يلبي شغفك المعرفي من مطالعة طرق التصميم الحالية في منتجاتنا اليومية أو وجود مرجعية واضحة المعالم لتصميم منتجات ذات جودة عالية. وفي خضم ذلك الواقع نجد كيف أن العالم المتقدم من حولنا وصل إلى ثورات علمية في هذا التخصص من ناحية التطبيقات، فكيف بنا أن نواكب ونفهم ما يجري حولنا ونحن نفتقر إلى فهم الأساسيات العملية وفن هذا العلم. فهذا الكتاب يأتي للمساهمة الفعالة للنهضة بفن علم الإلكترونيات في مجال التطبيقات العملية في العالم العربي.

لمن الكتاب؟

أهدف من هذا الكتاب أن أساعد المهتمين بتخصص الإلكترونيات الباحثين عن آلية عمل العناصر الإلكترونية من حولهم والمتعطشين إلى الاطلاع على طرق تصميم الدارات بطريقة احترافية، وذلك من خلال مشاركتي لخبرتي العملية البسيطة في مجال التصميم الهندسي الإلكتروني لكشف الخفايا التي قد تبدو بسيطة في بعض الأحيان أو معقدة نوعا ما في أحيان أخرى، وبذلك آمل أن أضع حجر الأساس للقارئ كي ينطلق إلى فضاء التصميم ليبحر في التخصصات المختلفة والمتنوعة. أطمح أن يصل القارئ إلى تصميم داراته أو أجهزته الإلكترونية بطريقة احترافية منطلقا من أسس سليمة ليصل بأعماله درجة الاحترافية.

سنفترض قبل مطالعة هذا الكتاب أن القارئ على معرفة بسيطة بالمبادئ الرئيسية لهذا العلم كنظرية الدارات الكهربائية و مبادئ الإلكترونيات، أو رموز الدارات والعناصر الإلكترونية. سنفترض أن القارئ سبق له التعامل أو قراءة مخططات الدارات. إلا أن ذلك لا يمنع أن يطلع على الكتاب أي مهتم، لذلك راعينا في لغة

كتابته السلسلة ومحاولة البعد قدر الإمكان عن المعادلات الرياضية الصماء. إذا الكتاب لكل مهتم أو متابع أو ممارس لفن تصميم الإلكترونيات يبحث عن إضافة عملية لخبرته مها كانت.

ما هي منهجية الكتاب؟

التجربة والبرهان في المختبر أو المعمل هي الفلسفة التي يقوم عليها الكتاب. فلن ننتقل إلى الاستنتاج بدءاً من المعادلة الرياضية بل العكس، سنناقش الدليل العملي لنقلها معاً بشكل ما إلى معادلة رياضية. وهي منهجية قد تخالف ما اعتدنا عليه في دراستنا بشكل عام، حيث أن الدارس يبتدئ من المعادلات الرياضية ليتم اقناعه بحتمية النتيجة العملية. برأيي أن هذه المنهجية ليست سليمة تماماً في مجال الهندسة الإلكترونية على أقل تقدير. فأساس العلوم الهندسية وتحديدًا مجال الإلكترونيات هو التجربة والجانب العملي والذي من خلاله نحاول جاهدين لاستنتاج علاقة رياضية تساعدنا على فهم وتوقع تصرف الدارات المشابهة مستقبلاً.

ما هي مصادر الكتاب؟

التجربة! نعم كل ماسيتم مناقشته يعتمد على تجارب قمت بها بنفسني في المختبر أو اطلعت عليها من مشاركات المختصين في هذا المجال. وهنا لابد أن نشير إلى أن نجاح تجربة ضمن ظروف معينة لا يعني ضمان التفسير الصائب من غير خطأ على كل ماشابهها! فما كنت أمتلكه من أدوات في الوقت الذي أجريت فيه التجربة أو الظروف البيئية المحيطة قد تخرج نتائج خارجة عن التوقعات. لذلك أحث كل قارئ مهتم أن يشارك الآخرين نتائج قراءاته وأن يساهم في نهضة هذا العلم. في نهاية هذا الكتاب ستجدون قسم

للمراجع اوالمصادر التي ستساعدكم على ممارسة فن تصميم الإلكترونيات بشكل أفضل، وهي تتنوع في مستوياتها: المبتدئ والمتوسط والمحترف.

ماهو المجال الدقيق الذي سيتم طرحه من خلال الكتاب؟

وضعت الكتاب في جزئين: الأول -هذا الكتاب- يتناول العناصر الإلكترونية الشائعة حيث سيتم مناقشتها ضمن سلسلة قصصية لم نعتد عليها من قبل. سنطلع على أهم تطبيقات تلك العناصر ودورها في الدارات الإلكترونية. أما الجزء الثاني فهو مخصص لطرح أفكار في المجالات التالية: الأنظمة المدمجة أو المضمنة، دارات التغذية المستمرة، دارات الحماية من التشويش والكهرباء الساكنة والصواعق والقصر وعكس القطبية والجهود العابرة والحماية من الأحمال التفاضلية، دارات الإرسال، دارات الطاقة المنخفضة المخصصة لتطبيقات تعتمد البطاريات. وبرأيي سيكون للممارسين أو المختصين بشكل أكبر في تصميم الدارات.

وسيم عبدالحميد الخاير

28 ربيع الأول 1437

8 كانون الثاني 2016

إهداء..

كثيرهم من يستحقون إهداء هذا الكتاب!



فابتداء بكل من علمني حرفاً،

إلى كل حالم بنهضة علمية للإنسان،

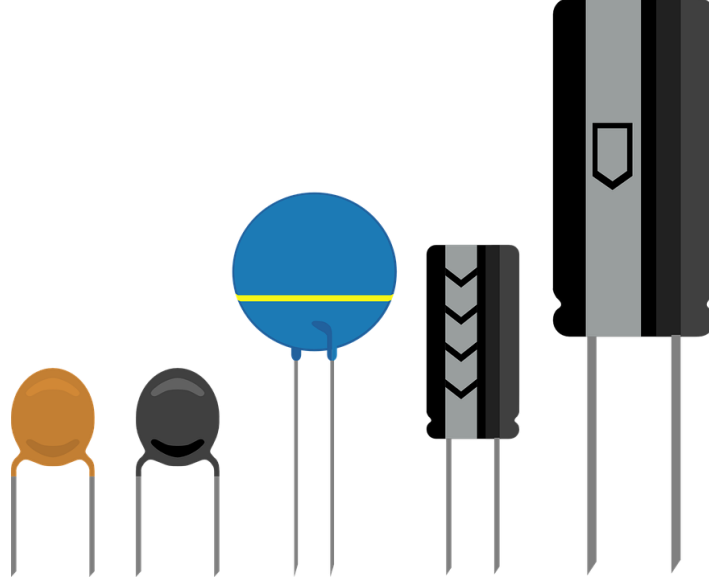
إلى والدي -رحمه الله- الذي رحل مبكراً عنا

ولم نوفه حقه، فلعل ذلك يكون صدقة جارية عنه، أسأل الله أن يجمعنا

بك في جنات النعيم.

فهرس الكتاب

9	فهرس الكتاب
10	صاحب القلب الكبير: المكثف
25	العم داوود حارس الدارات الإلكترونية
33	الحدة والحفيدة..والعم ترانزستور
43	الخريجة والحفيدة..والعم ترانزستور
54	السيدة حلزونة..رمز النضال والمقاومة
62	المرحل ..الريلاي
69	المفتاح المغناطيسي
72	عزام والشيخ والثنائي المشع للضوء
79	فدائيو الدارات الإلكترونية :الفواصم المنصهرة
84	يا أصحاب الضوء..المقاومة الضوئية
91	الانتفاخ الغريب!
96	العتاد المفتوح
101	قائمة بالمصادر والمراجع



صاحب القلب الكبير: المكثف

بدأ يرن هاتفي الجوال، تناولته لأقرأ اسم المتصل، وإذا به "المنزل يتصل بك"

المتصل: أسعفنا فالأمر مهم جداً !

أجبت: ما المشكلة؟

المتصل: خزان الماء فارغ تماماً وليس لدينا قطرة ماء.

قلت له: حسناً، لكن أليس اليوم هو موعد ضخ الماء حسب جدول مؤسسة المياه الأسبوعي؟

المتصل: صحيح، لكن لا يمكننا أن نملأ خزاناً بهذه السعة وبسرعة فنحن بحاجة إلى شحنة مياه كبيرة.

قلت له: لا عليك.. سأفعل ذلك.

انتهت المكالمة ..

بدأت أردد تلك الكلمات التي جرت خلال المكالمة :خزان..شحنة أكبر..وقت أقل.

وشيئاً فشيئاً أغمضت عيني لأعود بذاكرتي إلى ذلك الشيء الإلكتروني الذي يتعامل مع تلك الخواص في الدارات الإلكترونية: خزان ..شحنة أكبر ..وقت أقل.

هل عرفتموه؟

إنه **المكثف** أو المواسع كما يحلو للبعض تسميته، وهذا هو رمزه المستخدم في الدارات الإلكترونية:



بدأت بتذكر هذا الصاحب العزيز على قلبي الذي لا تكاد دارة إلكترونية تخلو من بصمته المميزة. بدأت أقلب أوراقى القديمة كي أحاول أن أتذكر كيف تعرفت عليه، فهل ماكنت أقرأه من مواضيع منتشرة في المنتديات والمواقع العربية عن المكثف كانت كافية لي كمصمم كي أعرف أساسيات استخدام هذا العنصر المهم؟ أم هل كانت الكتب الأكاديمية كافية للتعرف على الآلية الكهربائية أو العملية له؟

طأطأت رأسي وقلت في نفسي: بكل صراحة لا! ففي كل مرة كنت أقرأ عن المكثف كانت عملية البحث تنتهي بشيء مقارب للنتيجة التالية :

المكثف هو عنصر إلكتروني يتكون من صفيحتين متقابلتين يفصل بينهما مادة عازلة كالهواء أو الميكا أو الورق أو غيرها. يتم شحن إحدى الصفيحتين بشحنة موجبة والأخرى بشحنة سالبة،

وذلك من خلال تطبيق فرق جهد بينهما باستخدام مصدر خارجي. وللمكثف أنواع متعددة، ووحدة قياسه هي الفاراد. له معادلات خاصة تحكم عملية الشحن والتفريغ وله معادلات تحكم مرور الترددات من خلاله

حسنا إذا...ماذا بعد! فما فائدة المكثف في الدارة؟ ولم أصلا نحن بحاجة للشحن؟ ولم تحتاج الدارات أصلا للشحنة؟ أليس وجود مصدر الطاقة كالبطارية أو جهد التغذية كافيا للاستغناء عن المكثف؟ وماهي القيمة التي يجب اختيارها للمكثف في حال احتجناها؟ وهل هناك سر وراء الجهد الكهربائي الذي يتحمله المكثف كـ 25 فولت أو 35 فولت أو 50 فولت؟ أسئلة عديدة كانت تدور في ذهني ولم أتمكن من معرفة الإجابة عن أغلبها حتى التحقت بالعمل وتعلمت الكثير عن هذا المكثف.

فلنستمتع بمشاهدة هذا الشرح عن المكثف بالإضافة إلى أنه يحتوي طريقة مبسطة لصنع مكثف بأدوات منزلية، تجربة ممتعة :



كما شاهدتم في المقطع، يعود اكتشاف المكثف إلى عام 1745م عن طريق تجارب قام بها علماء ألماني، واستمروا بالعمل الدؤوب حتى أوصلوا الرأية للعالم فاراداي الذي أوصل لنا فكرة المكثف كما نعرفها في يومنا هذا، فالأمر إذا هو تراكم جهود حتى وصلنا إلى مانحن عليه الآن. ومنذ ذلك الحين استخدمت وحدة **الفاراد** لقياس سعة المكثف نسبة للعالم فاراداي .

ولتبسيط فكرة المكثف من الناحية الفيزيائية التطبيقية، يمكننا تشبيهه بالخران المائي الذي تحدث عنه في بداية الموضوع، حيث يقوم المكثف بما يلي :

1. يقوم بتخزين الشحنات الكهربائية بين طرفيه بطريقة مشابهة لخران الماء الموجود في منازلنا

2. ويسمح فقط بمرور التيار المتردد و يمنع التيار المستمر من الانتقال بين طرفيه .

دعونا نتناول أهم تطبيقات الخاصية الأولى للمكثف، ثم سننتقل لمناقشة تطبيقات الخاصية الثانية :

1. تخزين الشحنات في دوائر وحدات التغذية

كما شاهدنا في مقطع الفيديو فالمكثف يقوم بخرن الشحنات داخله وعندما يتم فصل المصدر الكهربائي "البطارية في هذه الحالة" عن المكثف يبدأ المكثف بتفريغ شحنته في الحمل المتصل به "كان في الفيديو الثنائي المشع للضوء"، ونظريا يمكن أن تبقى الشحنة داخل المكثف إلى ما لانهاية في حالة عدم وجود حمل متصل به، لكن في الحقيقة فإن الشحنة لابد أن تضحل بعد فترة من الزمن بسبب وجود ما يعرف بالمقاومة الداخلية للمكثف. يمكن الاستفادة من خاصية احتفاظ المكثف بالشحنات أثناء تصميم وحدات التغذية الكهربائية كالموجودة في الحاسب أو الأجهزة المحمولة التي تعمل على الكهرباء، كيف؟

تخلوا معي هذا الموقف: كنت تكتب بحثا معينا على حاسبك الشخصي مستخدما برنامج تحرير نصوص، وفجأة انقطع التيار الكهربائي ! يا للمصيبة، فذهب جهدك سدى إن لم تقم بعملية حفظ بحثك. فما الحل في مثل هذه الحالة؟

لا بد من وجود مصدر آخر ليقوم بإمداد طاقة كهربائية احتياطية لفترة ضئيلة تكون كافية لحفظ المعلومات وذلك في حالة الانقطاع المفاجئ للتيار الكهربائي. وهنا يأتي دور صاحب القلب الكبير.. دور المكثف، فسيقوم صاحبنا بإمداد وحدة المعالجة في كمبيوترك بطاقة كافية لحفظ آخر ما تم كتابته. فحاليا تصميم أغلب وحدات التغذية الحديثة تأخذ في عين اعتبارها إمداد الحمل بطاقة احتياطية بسيطة كافية لإجراء حفظ آخر تعديلات قمنا بها في برنامج تحرير النصوص حال الانقطاع المفاجئ للتيار. بمعنى آخر سيقوم الخزان "المكثف" بتفريغ شحنته التي اكتسبها سابقا وخزنها بين صفيحتيه لإعطاءنا طاقة احتياطية حال تم فصل المصدر الرئيسي. سؤال منطقي: ماهي أقصى طاقة يمكن لخزاننا العجيب المكثف أن يحتفظ بها؟ وهل يمكنني تشغيل حمل أكبر كالكمبيوتر لفترة ساعة مثلا بعد انقطاع التيار الكهربائي؟

نظريا، الأمر ممكن بالطبع، لكن عمليا -وفي وقتنا الحالي- فالأمر مستحيل خاصة مع محدودية المساحة التي تشغلها أجهزة الحاسب، فتذكروا أنه للحصول على طاقة تخزينية أعلى في المكثف فيجب أن نبقى نصب أعيينا المعادلة التالية :

$$W_{charging} = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = W_{stored}$$

بالنظر للمعادلة سنجد أنه إذا أردنا طاقة تخزينية أعلى فنحن بحاجة إلى أحد أمرين :إما أن نزيد الجهد المطبق أو بزيادة سعة المكثف، ولكن تذكروا أنه كلما زادت سعة المكثف كلما زاد حجمه :

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

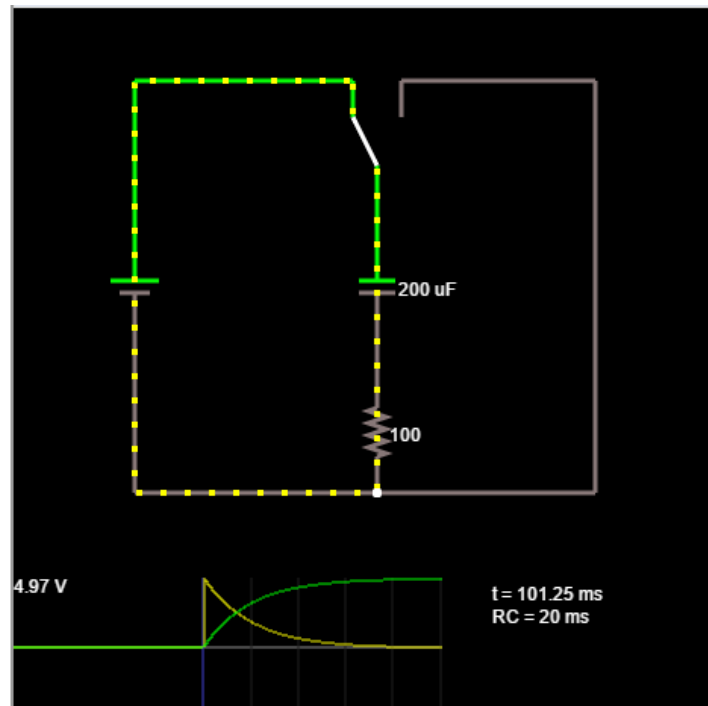
وبالتالي سيصبح الأمر مزعجا ولن نتمكن من تصميم أجهزة صغيرة الحجم، لذلك أكبر ما يمكن الحديث عنه في موضوع خزن شحنات من هذا النوع هو بالثواني فقط والحقيقة فالتفريغ يعتمد أساسا على الحمل المتصل بالمكثف فهو ماسيحد سرعة تفريغ المكثف. لكن بسبب تطور صناعة المكثفات المخصصة لهذا النوع من التطبيقات فقد تحصل على مكثف بسعة [950 فاراد](#) وبحجم صغير وبجهد قد يصل لـ 2.5 فولت!

خلاصة القول، تستخدم المكثفات في تخزين الشحنات وذلك لقدرتها على إمداد الحمل المتصل بها في حال فصل جهد المصدر .

حسنا، دعونا نتعلم كيف نصمم دائرة بسيطة نقوم بها بشحن المكثف وتفريغ شحنته.

أبسط دائرة لهذا الغرض تتكون من مكثف ومقاومة ومصدر جهد كهربائي. انظروا إلى الشكل التالي :

في حال وصلنا المفتاح إلى البطارية، سيبدأ المكثف بعملية الشحن بواسطة مصدر الجهد ومن خلال المقاومة ويكون المنحنى البياني لعملية الشحن هو كما في الرسم البياني الموضح في أسفل الدائرة. انظروا جيدا، سترون أن المنحنى هو لمعادلة مشهورة، والعكس صحيح، ففي حال فصلنا المفتاح عن مصدر الجهد سيبدأ المكثف بتفريغ الشحنة عبر المقاومة.



معادلة الشحن :

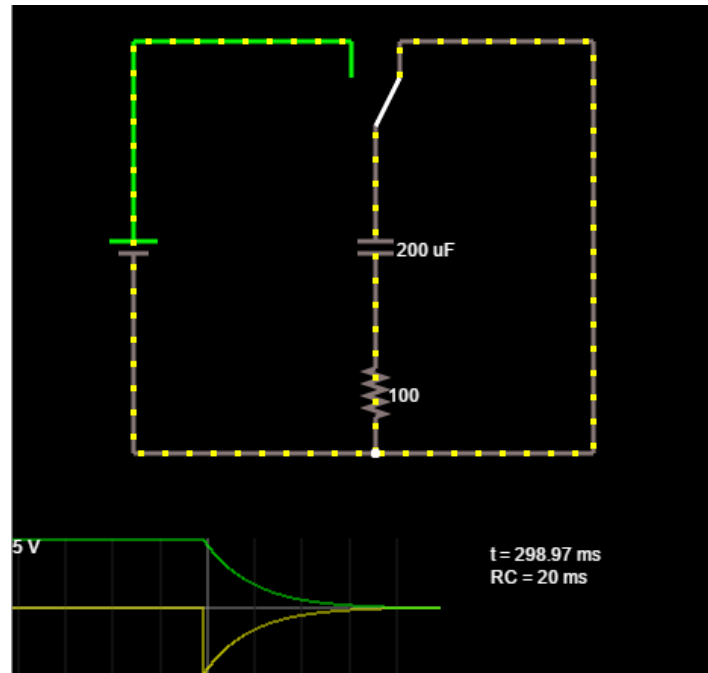
$$V_c = V(1 - e^{-t/RC})$$

وللتسهيل عليكم، فإن الزمن الذي سيستغرقه المكثف في عملية الشحن أو التفريغ يعطى بثابت يسمى تاو وقيمته تساوي

$$\tau = 5 \times R \times C$$

فيمكننا ببساطة استخدام هذه المعادلة، وبدلالة قيمة المكثف والمقاومة نستطيع تحديد الزمن الذي سيستغرقه المكثف في عملية الشحن، لكن ما السر وراء الرقم خمسة؟

كما نبهنا سابقا فإن الأساس في هذه المعادلات هو الاختبار، فبعد سلسلة اختبارات لهذه الدارة تبين للباحثين أن المكثف يصل إلى حوالي 93 % من شحنته بعد حوالي خمسة أضعاف الثابت المكون من حاصل ضرب قيمة المكثف بقيمة المقاومة المتصلة به.



تفضلوا هذا [الموقع](#) الذي يسهل عليكم عملية الحساب، فقط قوموا بإدخال قيم المكثف والمقاومة والجهد لتعرفوا بقية المجاهيل، يمكنكم محاكاة دارة الشحن والتفريغ من [هنا](#). وإليكم مثال عملي في هذه [الصفحة](#)

2. تنعيم الموجات

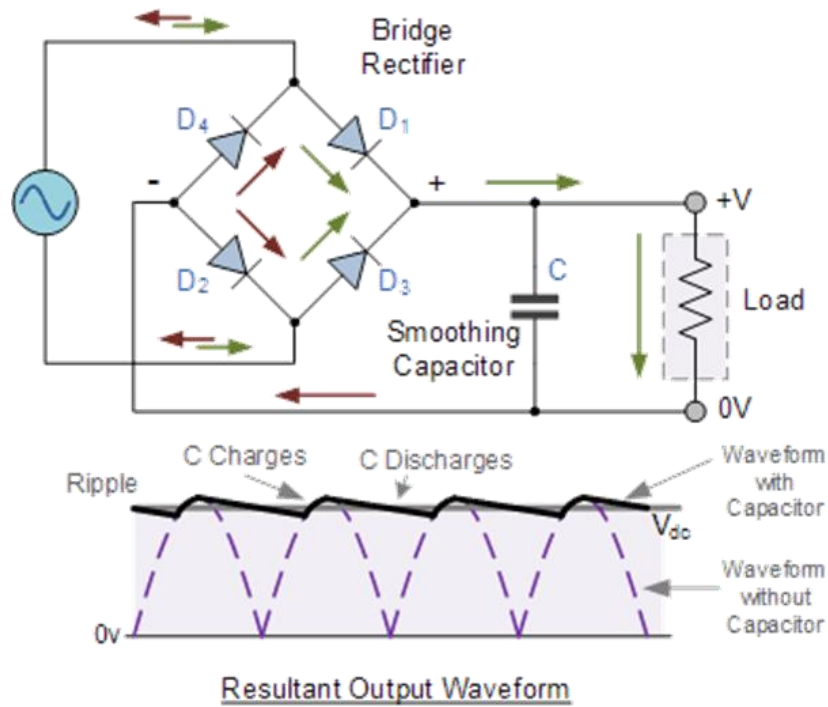
وهو تطبيق مهم للغاية ويدخل في تصميم وحدات التغذية الموجودة من حولنا كشواحن الأجهزة الذكية. ما المقصود بالتنعيم؟

لنتخيل أن لدينا دائرة متصلة بمصدر جهد مستمر، إلا أن ذلك المصدر ذي الجهد المستمر يحصل على دخله من دائرة أخرى تقوم بتحويل الجهد المتردد إلى مستمر، ما يعني أن الجهد الناتج لن يكون ناعماً أو خالياً من الشوائب والتشوهات. وللتخلص من تلك التواءات والتشوهات وبمعنى آخر لتنعيم تلك الموجة الناتجة نقوم بعملية تنظيف لها.

الآن، فيما أن المكثف تعلمنا أنه يقوم بتخزين الشحنات فنستفيد من هذه الخاصية أنه في حال كانت لدينا موجة جيبيية تم تقويمها بواسطة قنطرة دايود وأردنا تنعيمها أو بمعنى آخر إزالة التشوهات أو التموجات التي بها فسيقوم المكثف بهذه العملية بكل بساطة. كيف؟

ألم نتفق أن المكثف سيتم شحنه وتفريغ شحنته اعتماداً على قيمته؟ تخيلوا معي أننا اخترنا مكثفاً ذا سعة كبيرة نسبياً بحيث أنه عندما نطبق عليه جهداً مستمراً يحوي على تشوهات أو موجة جيبيية، سيبدأ المكثف بالشحن، ولنفتراض أننا اخترنا معامل شحن للمكثف طويلاً نسبياً بحيث يكون أبطأ من سرعة الموجة الجيبيية المحمولة على الجهد المستمر، فذلك سيؤدي إلى أن المكثف سي شحن وسينتهي الجزء الموجب من الموجة الجيبيية قبل أن ينتهي المكثف من شحن نفسه، ليبدأ الجزء السالب من الموجة الجيبيية المحمولة على الجهد المستمر بعملية تفريغ للمكثف، لكن بما أن المكثف له معامل تفريغ كبير، سيأخذ ذلك وقتاً طويلاً. وستبدأ دورة الشحن مرة أخرى قبل أن ينتهي التفريغ. ما سيؤدي إلى التخلص من كثير من التشوهات الموجودة على الجهد المستمر.

الصورة التالية توضح شكل الموجة قبل وبعد إضافة مكثف التنعيم:



لننتقل إلى الخاصية الثانية للمكثف وهي صاحبة النصيب الأكبر من تطبيقات المكثف، فما الذي يجعل الجهد المتردد يمر بسهولة خلال المكثف ويجعله مستحيلا بالنسبة للجهد المستمر؟

الجواب هو **الممانعة الكهربائية**. مامعنى ممانعة المكثف الكهربائية؟

هي أن المكثف بتصميمه المكون من صفائح وبينهما عازل ستعمل على ممانعة مرور أي تيار مستمر. وبعد عمليات التمهيد في المختبر سنصل إلى أنه إذا زاد تردد التيار أو الموجة المطبقة على المكثف قلما انخفضت ممانعته لها والعكس صحيح. يمكن اختصار ذلك بمعادلة الممانعة الكهربائية للمكثف وهي :

$$Z = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C} = \frac{-j}{2\pi f C}$$

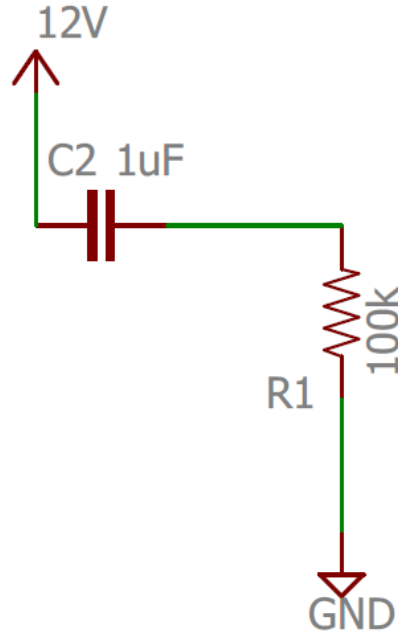
دققوا جيدا في المعادلة سترون أن مقام الكسر يحتوي على متغيرين هامين، هما :السعة والتردد . معنى ذلك أنه كلما زاد التردد قلت الممانعة الكهربائية مايؤدي بطبيعة الحال إلى أن المكثف سيكون أشبه بسلك أو موصل، والعكس صحيح. وللتسهيل عليكم، يمكنكم استخدام هذه [الحاسبة](#) البسيطة لمعرفة ممانعة المكثف بدلالة التردد. وهاهي بعض تطبيقات هذه المعادلة :

1. منع الجهود المستمرة من الانتقال بين أجزاء معينة في الدارة

تذكروا أنه في معادلة المكثف السابقة نرى أنه كلما قل التردد زادت ممانعة المكثف، فماذا لو كان التردد صفرا؟ ستكون الممانعة لا نهائية أو بمعنى أصح كبيرة جدا للجهود المستمر وتكون صغيرة جدا بالنسبة للترددات العالية. انظرا الشكل التالي ولاحظوا أن المكثف في هذه الحالة سيمنع مرور أي جهد مستمر للطرف الآخر من الدارة وذلك لأنه سيكون ذو ممانعة عالية جدا .

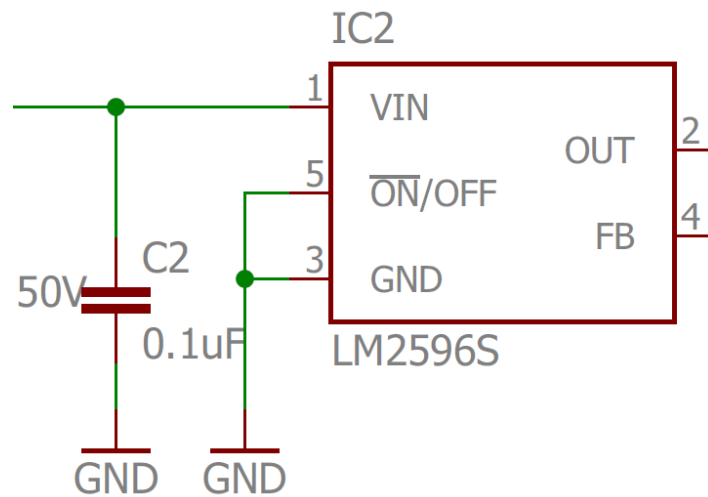
حسنا ومافائدة هذا التطبيق؟ أحيانا تكون الموجة أو الجهد المطبق الذي نتعامل معه مركب من جزء جيبي "متردد" وجزء آخر هو مستمر ونرغب بالاحتفاظ بالجزء المتردد فقط والتخلص من الجهد المستمر. ففي الدارة في الأسفل عند قياس الجهد على الطرف الأيمن من المكثف فيفترض أنه سيكون صفرا لأن المكثف سيمنع وصول الـ 12 فولت، لكن كيف حصل ذلك؟ أليس المكثف سيبدأ بالشحن؟ مستخدما مصدر الجهد المستمر 12 فولت؟

صحيح! لكن ذلك سيحصل بزمان سريع جدا قد لايتجاوز 100 ميكرو ثانية. وبعد ذلك سيتوقف عن الشحن وتمرير أي جهد مستمر.



2. تجنب التيار المتردد عند مداخل الدارة

وهنا لي ملاحظة، فلأخفيكم أنني كثيرا ما كنت أرى مكثفا أو اثنين عند مدخل كل دائرة رقمية وتحديدًا عند الطرف الخاص بمدخل الجهد في الدارات المتكاملة، انظروا الصورة التالية لتفهموا ما أقصده :

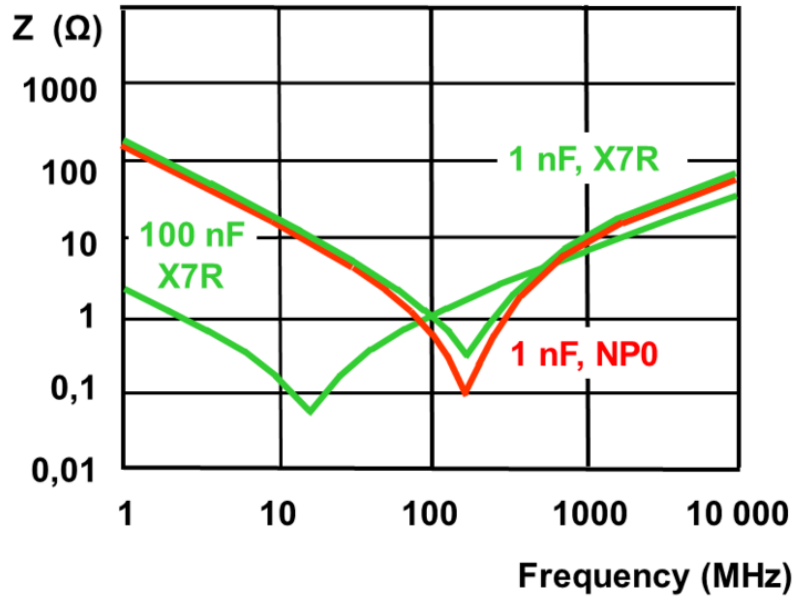


وظيفة هذا المكثف C2 هي منع القفزات العابرة من الجهود التي قد تصدر من جهة مصدر الجهد الكهربائي والتي قد تؤثر على عمل الدارة المتكاملة، فما يقوم به المكثف هو أن يقوم بإخماد هذه الجهود أو التشويشات التي تصدر من المنبع وتأريضها للتخلص منها . حيث أن المكثف يتم وصله على التوازي مع مصدر الجهد الكهربائي بحيث أنه سيكون ذو ممانعة كبيرة جدا عند وجود جهد مستمر، وعند وجود أي تشويش أو جهد متردد أو قفزات عابرة فإن المكثف سيكون ذو ممانعة قليلة جدا مما يسمح بمرور تلك الجهود من خلاله وبالتالي إخمادها وحماية الدارة المتكاملة .

السؤال الذي يطرح نفسه: ماهي قيمة تلك المكثف؟ وهل أقصى جهد يتحمله مهمة في عملية الاختيار؟

قيمة ذلك المكثف تتراوح ما بين 0.1 ميكروفاراد و 10 نانو فاراد. لم هاتان القيمتان؟

لأنهما يقومان بالتخلص من أغلب الترددات المزعجة التي تصدر من منابع او مصادر الجهد الكهربائي. كيف؟



لاحظوا الرسم البياني، فهو يبين قيمة الممانعة الخاصة بقيم مختلفة للمكثفات بدلالة التردد. فمثلا: مكثف بقيمة 100 نانو فاراد (0.1 ميكرو) تقل ممانعته بعد ال 1 ميغاهرتز. بينما ال 1 نانو فاراد تقل ممانعته بعد ال 10 ميغاهرتز. لذلك ترى كثيرا من مصنعي الدارات الرقمية في يومنا هذا يذكرون في ملف المواصفات الفنية قيمة مقترحة لذلك المكثف. لكن كقاعدة عامة يمكنكم استخدام 0.1 ميكروفاراد من النوع السيراميكي لحماية الدارات المتكاملة في تصاميمكم .

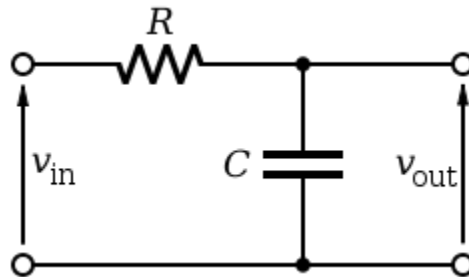
ماذا بخصوص الجهد الذي يتحمله المكثف؟

نصيحتي لكم هي أن تختاروا دوما قيمة جهد المكثف ضعف جهد المصدر ما استطعتم. على سبيل المثال: لو كان لدينا دائرة أو تصميم يعتمد 5 فولت كجهد مصدر، فيمكننا استخدام مكثف 0.1 ميكرو بجهد 10 فولت أو أكبر. ليس معنى ذلك أن ما هو أقل لن يعمل! بل بإمكانكم استخدام 6.3 فولت مثلا. لكن كما قلت أفضل أن تكون القيمة ضعف المصدر . والسبب هو أننا نحاول التخلص من تشوهات جهد المصدر التي غالبا ما تتجاوز 30 إلى 50% من قيمة الجهد الحقيقية.

3. المرشحات أو الفلاتر

درسنا وتعلمنا المرشح أو الفلتر في مرحلتنا الجامعية، فلنتذكر تعريف المرشح: هو دائرة تقوم بمنع مجموعة من الترددات من الانتقال لجزء معين من الدارة عند تردد قطع معين بحيث تسمح بمرور ترددات أخرى عند تردد القطع . ماذا يعني ذلك؟

إن استخدامنا لأبسط أنواع الفلاتر "الترددات المنخفضة" مبني على استخدام الدارة البسيطة التالية :



دققوا جيدا لتجدوا أنها تستخدم المكثف الذي سيقوم بتحبيد أي تردد أكبر من تردد القطع الذي يمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$f_c = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi RC}$$

فالنتيجة أن المكثف هو قلب الهجوم في تصميم أي فلتر سواء كان بسيطاً كما شاهدنا في الأعلى أم كان معقداً يعتمد على عناصر مثل مضخمات العمليات. والآلية كما ناقشناها سابقاً هي أن ممانعة المكثف تقل بزيادة التردد والعكس صحيح. بالتالي إذا مرت موجة ذات تردد منخفض ازدادت ممانعة المكثف، وبما أنه متصل على التوالي مع المقاومة فسيتم مشاهدة الجزء الأكبر من الموجة V_{out} على طرفي المكثف حيث أن جهد المصدر سينقسم إلى جزئين: الأول سيظهر على طرفي المقاومة R والثاني على طرفي المكثف. وبزيادة ممانعة المكثف سيزداد نصيب الجهد الظاهر على طرفي المكثف.

4. دارات التوقيت

كما عرفنا أن المكثف يقوم بتخزين الشحنات داخله وأن ذلك يتم عن طريقة عملية الشحن التي تتم ضمن زمن معين محكومة بقيمة ذلك المكثف وأي مقاومة متصلة على التوالي مع ذلك المكثف. وبالتالي، إذا أردنا تأخير عملية معينة يمكننا استخدام المكثف لذلك الغرض، ولكن الأمر في يومنا هذا أبسط من ذلك، فهناك العديد من الدارات المنتشرة التي تفي بالغرض والتي تعتمد بشكل أساسي على وجود المكثف. منها مثلاً دائرة ال 555. كما أن استخدام المتحكمات الدقيقة أدى إلى تسهيل تلك العملية من خلال برمجة مخارج المتحكم.

سأختم بملاحظات بسيطة قد تكون جديدة لمستخدمي المكثفات:

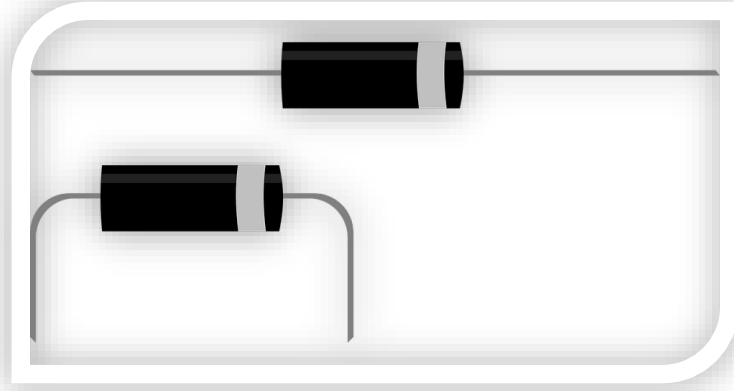
تنبيهات عند اختيار المكثف :

- العمر الافتراضي للمكثف: هناك معادلة حسابية يتم استخدامها لحساب العمر الافتراضي للمكثف وهي تعطي تصوراً مبدئياً عن عدد الساعات التي يمكن أن يعملها المكثف بشكل

متواصل. وهي تفيد المصممين في تحديد كفاءة المكثف بعد سنوات معينة. هذا الأمر مهم لتقدير عمر المنتج خصوصا في دارات التغذية التي تعمل بشكل مستمر.

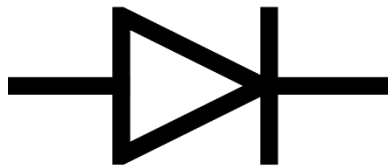
- المقاومة التسلسلية المكافئة: وهي مقاومة صغيرة نسبيا موجودة ضمن المكثف ويبدو تأثيرها واضحا عند الحديث عن الترددات العالية نسبيا فينبغي التنبه إليها. وكل شركة مصنعة تذكر قيمتها في ملف مواصفات المكثف
- تحمله للحرارة: كثيرا ما يخطئ المصممون في اختيار المكثف الغير مناسب للبيئة التي صمم من أجلها ما يؤدي في نهاية المطاف إلى أن يعطب المكثف. ولكل مكثف درجة حرارة مخصصة كي يعمل بها، والغالبية مخصصة حتى 85 فلذلك إذا أردنا تصميمنا صناعيا فلابد من اختيار مكثف ذي تحمل أعلى. هل رأيت مكثفا ينفجر؟





العم دايود حارس الدارات الإلكترونية

فلنتحدث بداية عن تاريخ اختراع الدايود، فأول من اكتشف خواصه هو الفيزيائي الألماني فرناند براون في عام 1874 عندما كان يعمل على أبحاث متعلقة بالخواص الكهربائية لما يعرف بالمهتز الكريستالي. ومنذ ذلك الوقت تم اكتشاف أنه عندما نقوم بتشكيل مادة شبه موصلة من السيليكون وإضافة بعض الشوائب إليها فإننا سنحصل على مادة شبه موصلة موجبة، وبنفس الطريقة نضيف مادة شائبة أخرى لنحصل على مادة شبه موصلة سالبة، الآن عند وصل هاتين القطعتين ببعضهما البعض نكون قد صنعنا الدايود. فالدايود له طرفان: الأول الموجب ويعرف بالمصعد، والآخر السالب ويعرف بالمهبط، ويرمز للدايود بالدوائر الإلكترونية بالرمز الموضح بالصورة أدناه: حيث أن المهبط يحتوي على خط في طرفه ليرمز إليه، والمصعد ليس له خط.



حسناً..وماذا عن الناحية الكهربائية..فما الذي يقوم به الدايدود؟

يمكن تشبيه عمل الدايدود بأنه صمام أمان، تخيلوا معي صماماً مائياً أو صنبور ماء يسمح بمرور الماء باتجاه واحد فقط ولا يسمح للماء بالعودة للخلف. بنفس المبدأ يقوم الدايدود بالسماح للتيار الكهربائي في الدارة الكهربائية بالمرور باتجاه واحد فقط- ضمن شرط معين - ولا يسمح له بالعودة بالعكس .والشرط المعين الذي يسمح به الدايدود للتيار بالمرور من المصعد للمهبط هو ما يعرف بجهد العتبة وذلك عندما يكون الجهد الكهربائي المطبق على المصعد أكبر من المهبط بقيمة 0.7 فولت على الأقل. ومن الناحية العملية فإن جهد العتبة هذا قيمته تتغير من نوع دايدود إلى نوع آخر ومن شركة مصنعة إلى أخرى لكن الفروق غالباً ما تكون بسيطة وتدندن حول 0.7

حسناً..وما الفائدة إذا من الدايدود في تطبيقاتنا العملية؟ كيف أستفيد منه في تصميمي الهندسي؟

خذوا مثلاً بسيطاً، مثل أي جهاز إلكتروني يعمل عن طريق البطارية كجهاز التحكم بالتلفاز، ماذا لو قمنا بتركيب البطارية بالاتجاه الخاطئ أي وضعنا السالب مكان الموجب والعكس داخل علبة البطارية؟ ما الذي سيحصل؟

سابقاً كان الأمر مزعجاً، خاصة لدى بعض الأجهزة الحساسة مثل المتحكمات الدقيقة، حيث أن عكس قطبية البطاريات قد يؤدي إلى تلف الجهاز المستخدم، لكن مع وجود الدايدود فلا داعي للخوف، فهو سيسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد فقط وسيمنعه من ذلك عند عكس البطارية، أي أننا في حالة عكسنا قطبية البطارية فسيعمل الدايدود على إيقاف مرور التيار حتى يتم تصحيح وضعية البطارية. فدور الدايدود هو أن يقوم بالسماح للبطارية بتزويد الجهاز بالتيار الكهربائي عندما يكون طرف البطارية الموجب متصلاً بالمصعد ما يعني أن هناك فرق جهد بين المصعد والمهبط هو 0.7 فولت على. وفي حال عكست البطارية، فإن جهد المهبط سيكون أعلى من المصعد وبالتالي فلن يعمل الدايدود وبذلك نكون قد وفرنا حماية للجهاز الإلكتروني .

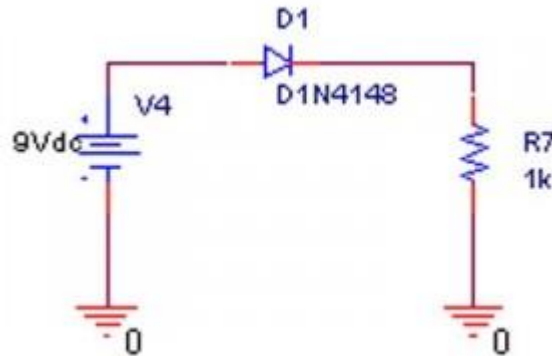
سؤال : هل هناك حد أقصى للجهد السالب المطبق على طرفي الدايدود يعني هل يمكنني تطبيق جهد سالب حتى ما لا نهاية؟ وما هو أقصى تيار يمكن أن يمر خلال الدايدود؟

سؤال جيد..يعرف أقصى جهد سالب يمكن تطبيقه على الدايود دون أن يعطب بجهد الانهيار وعادة ماتذكر قيمته داخل ملف المواصفات الفنية للشركة المصنعة. وكذلك الأمر بالنسبة للتيار فكل دايود قدرة وجهد عتبة وجهد انهيار خاص به يختلف من مصنع إلى آخر .

هل لنا بدارة بسيطة كي نوضح ما تعلمناه؟

تفضلوا هذه الدارة البسيطة التي يمكنكم تطبيقها على أي جهاز إلكتروني يعمل بالبطاريات لتأمين الحماية له ضد عكس القطبية: وهي تتكون من الدايود **D1 1N4148**

وقمت باستخدام مصدر جهد قدره 9 فولت للتجربة فقط ولكن يمكنكم تغيير المصدر حسب رغبتكم. والحمل الموضح بالصورة هو مقاومة ويمكن أيضا استبدالها بأي جهاز أو دارة أخرى .



وللحصول على معلومات عن الدايود وعن جهد انهياره وتفصيله هذه هي [الداتاشيت](#)

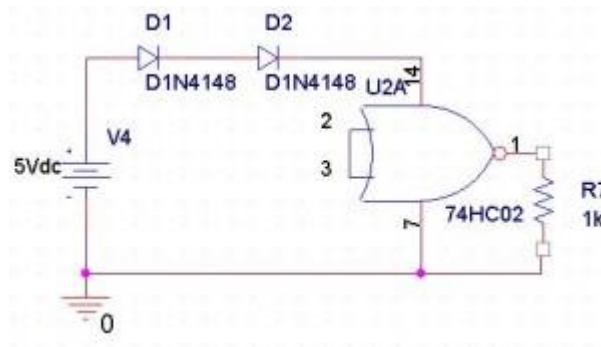
وعند التدقيق في أقصى تيار يمرره الدايود سنجد أنه 300 ميلي أمبير وجهد الانهيار هو 100 فولت. وهنا لدي تنبيه وهو خطأ قد يقع فيه بعض الهواة، عند استخدامنا للدايود في الحماية من عكس القطبية سنجد أنه في حالة تشغيل الدايود في الوضع الطبيعي " الموجب مع المصعد والسالب مع المهبط" فإننا سنخسر جزءا من جهد المصدر تبلغ قيمته حوالي 0.7 فولت. فلذلك قد

تكون هذه الخسارة كبيرة في بعض الأحيان خصوصا عند التعامل مع تطبيق جهده لا يتعدى 3 فولت ما يعني خسارة كبيرة في المصدر ينبغي أن تؤخذ في عين الاعتبار. ولحل هذه المشكلة يمكنكم رفع جهد المصدر كي تتجاوزوا المشكلة . أو يمكننا وصل دايودين على التوازي! وبذلك الطريقة سيتم تقليل فاقد جهد المصدر إلى النصف تقريبا كما سنذكر لاحقا.

ما هي أهم تطبيقات الدايود في الدارات الإلكترونية؟

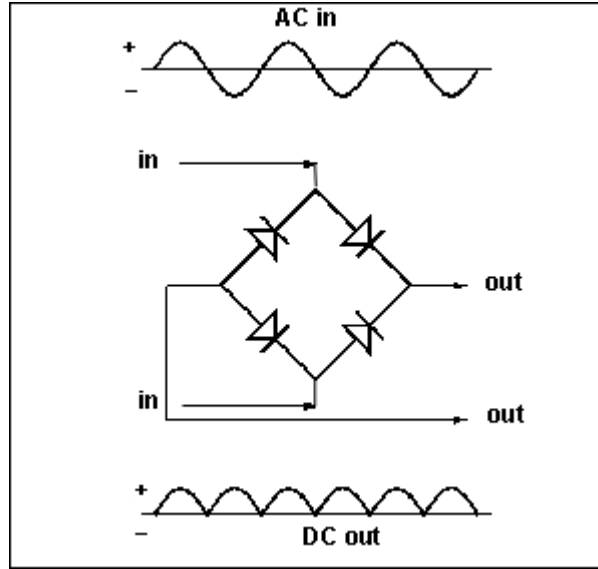
1. كما اتفقنا سابقا فهو يستخدم في الحماية من عكس قطبية البطارية
2. تقليل الجهد الكهربائي: فلنفترض أننا نستخدم معالجا دقيقا أو دارة متكاملة تعمل على جهد 3.6 فولت ولدينا مصدر جهده 5 فولت، فكيف يمكنني حل مشكلة هذا المصدر؟ وهل يمكنني استخدامه وتشغيل الدارة؟ نعم يمكن ذلك من خلال الدايود بوضع دليودين على التوالي كي نحصل في النهاية على جهد دخل قدره 3.6 فولت. والسبب أن كل دايود سيقلل جهد المصدر بقيمة 0.7 فولت والمحصلة هي 1.4 فولت مما يعني :

$$5 - 1.4 = 3.6$$



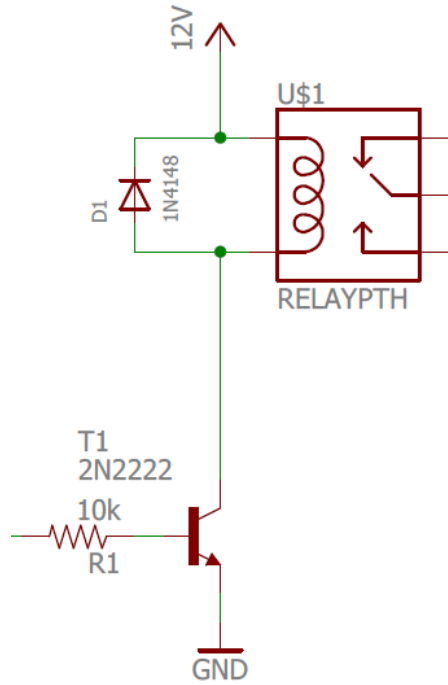
3. دارات تقويم التيار المتناوب "المحول الكهربائي": فكما اتفقنا فإن الدايود سيحجز الجهود السالبة، وكما نعلم جميعا فإن مقابس التيار الكهربائي في منازلنا هي موجات جيبيهية، وإذا أردنا أن

نقوم بتحويلها لموجات موجبة فقط فنحن نقوم بما يسمى بتقويمها أي حجز الجزء السالب منها. وهنا يمكننا استخدام دائرة التقويم الموجودة في الأسفل :



4. تطبيق دايودات الإشارة: حيث أن هناك أنواعا معينة من الدايودات تستخدم في دارات الاستقبال الراديوي وذلك كمرشح للترددات السمعية

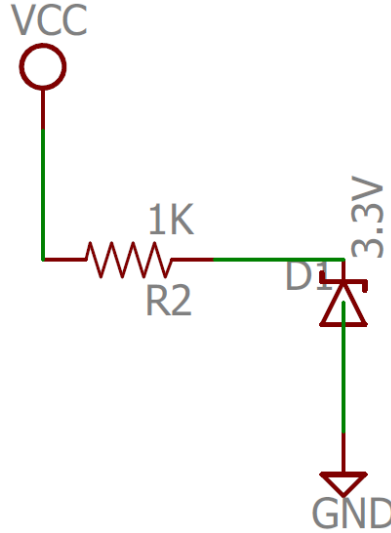
5. يستخدم الدايود دائما مع الريلاي أو المرحل وذلك لحماية الدارة المتصلة به من خطر عودة الجهد العكسي للدارة بعد إطفاء الريلاي مما قد يؤدي لعطب الدارة. انظروا الشكل التالي: لاحظوا وجود الدايود بين طرفي الريلاي كي يؤمن مسارا لتفريغ الجهد العكسي عند إطفاء الريلاي



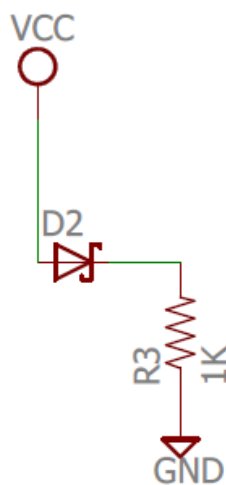
أخيراً، هناك أنواع أخرى من الدايود مثل الزينر، شوتكي وغيرها ولكل تطبيق خاص به.

مثلاً الزينر يستخدم لتحديد الجهود الداخلة على دائرة معينة لضمان استقرار ذلك الجهد في حال زيادة المصدر عن الحد المطلوب، فلو افترضنا أن لدينا مصدر جهد 4.1 فولت، والحمل لدينا بحاجة إلى 3.3 فولت فقط. يمكننا استخدام

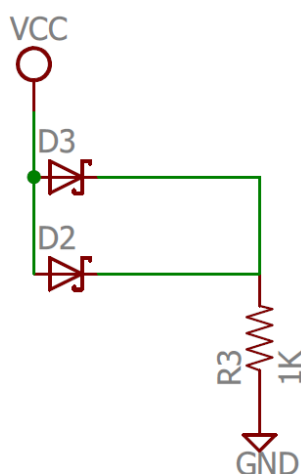
الدائرة التالية لتثبيت الجهد وتخفيضه من 4.1 إلى 3.3 فولت. لكن هذا لا يعني أن الزينر سيعمل بدقة منظّم الجهد، بل هو ينظم لكن نسبة خطئه عالية ويعتمد بشكل كبير على التيار المار من خلاله.



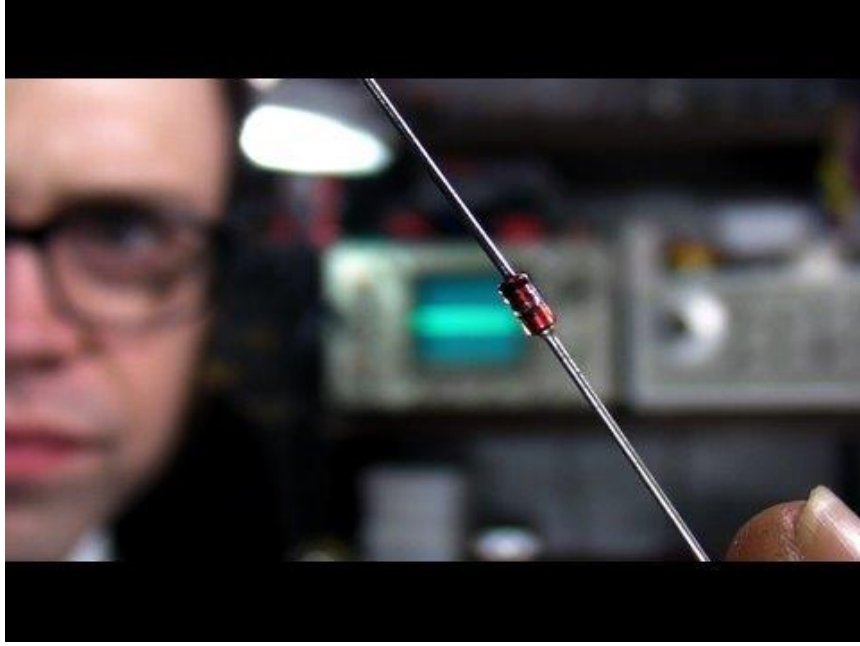
أما دايود شوتكي فهو نسبة إلى العالم شوتكي فهو دايود يتميز بانخفاض جهد العتبة مقارنة بالدايود العادي. فمثلا، لو كان لدينا دائرة تعمل بالبطارية ونود تقليل الفقد في الجهد الواصل من البطارية للدائرة بعد تأمين حماية من عكس القطبية فأحد الحلول أن يتم استخدام الشوتكي. غالبا أن جهد العتبة له يتراوح ما بين 0.2 إلى 0.4 فولت وهي تختلف من مصنع إلى آخر. وأحد الأرقام الشهيرة للشوتكي هو: BAT54 ويقوم بإنتاجه عدة مصنعين. حسنا، ماذا لو أردنا تقليل الجهد المفقود من المصدر بشكل أكبر؟



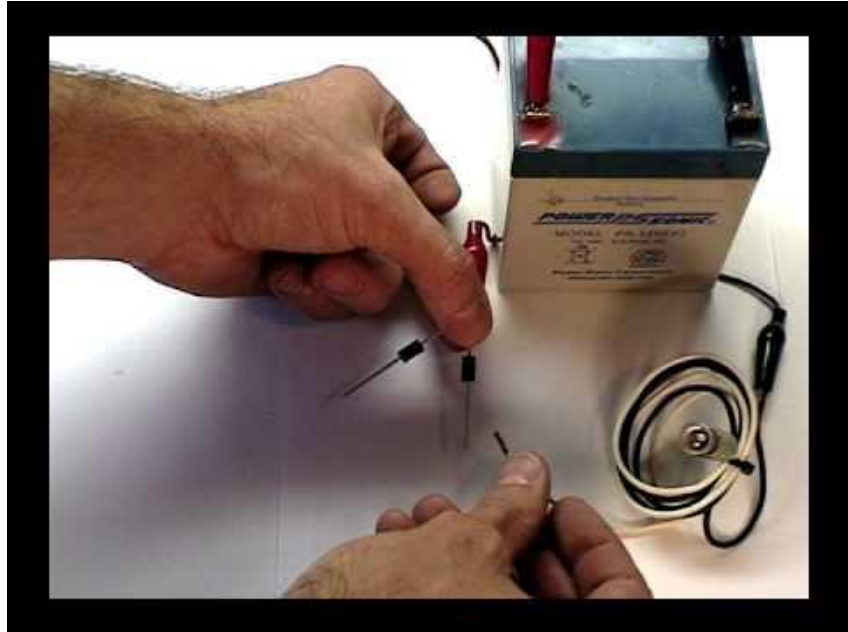
يمكننا استخدام الحيلة التالية: فمن خلال توصيل الدايودين على التوازي سيتم اختزال قيمة الجهد المفقود إلى النصف تقريبا.



لتتعرفوا أكثر على الدايود شاهدوا هذا المقطع الممتع :



أخيرا . . كيف يمكننا اختبار الدايود إذا كان يعمل بشكل صحيح أم لا ؟ كي نتعلم كيفية اختبار الدايود فلنشاهد سوية هذه التجربة





الجدة والحفيدة ..والعم ترانزستور

ياله من مكان مظلم وضيق جدا! فهو يشبه الصندوق الذي لا يكاد يتجاوز ارتفاعه المترين، وعرضه المتر ونصف، ودرجة الحرارة داخله حوالي 40م !!

ألوانه الرمادية الكئيبة من الداخل وكتابة صبيان الحي على جدرانه تضيف مزيدا من التعاسة عليه. على مضض، أمسكت الجدة باب ذلك المصعد المتهالك بيدها الحانية وفتحتة لحفيدتها التي حضرت معها لإيصالها. كانت حينها الساعة تشير إلى الحادية عشرة مساء، صعدت الجدة وحفيدتها داخل المصعد وضغطت على الرقم 11 للصعود لمنزل الجدة. أقفلت الجدة الباب، وبدأ المصعد بالارتفاع

ودون سابق إنذار، انقطع التيار الكهربائي عن المصعد..ويا للمصيبة!! فلاتزالان في الدور الرابع، وهنا تغيرت معالم وجه الحفيدة واتسعت حدقات عينيها، وماهي إلا ثوان حتى بدأت تصيح خوفا من توقف المصعد وانقطاع التيار. حينها، أمسكت بيد جدتها وضمتها إلى صدرها خوفا من ذلك الظلام الدامس والهدوء الصارخ الذي بدأ يحيط بالمصعد. تناولت الجدة المسكينة آنذاك منديلا لتحاول مسح دموع حفيدتها المسكينة، ومن ثم فتحت حقيبتها اليدوية وتناولت هاتفها المحمول، وحاولت جاهدة الاتصال بالطوارئ أو حارس العمارة، لكن هيهات..هيهات! فلا توجد تغطية للشبكة الخليوية داخل ذلك المصعد المتهالك ، حاولت الجدة ضغط زر الطوارئ في المصعد ولا نتيجة..فحتى هذا الزر معطل!

ما الحل؟

بدأت ضربات قلب الجدة تتزايد خاصة مع اشتداد بكاء تلك الطفلة، وبدأت الوسواس تأخذها يمنية ويسرة، وضعت يدها على مقدمة رأسها وأغمضت عينيها لعلها تهتدي إلى حل. بدأت بالتفكير. وضعت الطفلة رأسها في حضن جدتها وضمتها بشدة لعلها بذلك تنسى هول الحادث الجلل الذي ألم بهم. فتحت الجدة عينيها ووضعت يديها على رأس حفيدتها وبدأت تلاعب شعرها وتقول لها: حبيبتي..لاتخافي، فإن الله معنا وسيأتي الحارس كي يخرجنا، فقط اصبري قليلاً.

هنا ردت الحفيدة: لكن يا جدتي الساعة الآن متأخرة، والحارس يغط في سبات عميق.

قالت الجدة: لا عليك! ستفرج إن شاء الله. وطلبت من حفيدتها أن تنادي على الحارس لعله يسمعهما. بدأ صوت الحفيدة يملأ المصعد..محاولة بكل ماديها من قوة كي تلفت انتباه الحارس، وماهي إلا لحظات حتى سمع قرع أقدام تقترب منهم، وبدأت حينها بالصراخ: النجدة..ساعدونا

صرخ الحارس وهو يقترب من باب المصعد:من هنا؟

فردت الجدة..أرجوك أخرجنا فنحن محتجزون داخل المصعد

فرد الحارس: لا تخافوا! فلقد نجوتم، وقال للجدة وهو يضع فمه بالقرب من باب المصعد: اضغطي على الزر الأخير والزر الأول في آن واحد

وبالفعل، ضغطت الجدة الزرين معا، وما هي إلا لحظات حتى فتح الباب، وخرجت الجدة مع حفيدتها وكأنهن خرجن من الجحيم للنعيم. وهنا انهمرت دموع الجدة وحمدت الله.

وتعالت ضحكات الحفيدة وقالت للجدة: ما هو سر هذين الزرين يا جدتي؟ فردت الجدة: بهما شيء يسمى ترانزستور.

قالت الحفيدة: ترانزستور؟! ما هذا يا جدتي؟ وكيف يعمل؟ وهل وضعه الحارس مسبقا؟

تعالوا نشاهد هذا المقطع الممتع لنتعرف على صاحبنا الترانزستور:



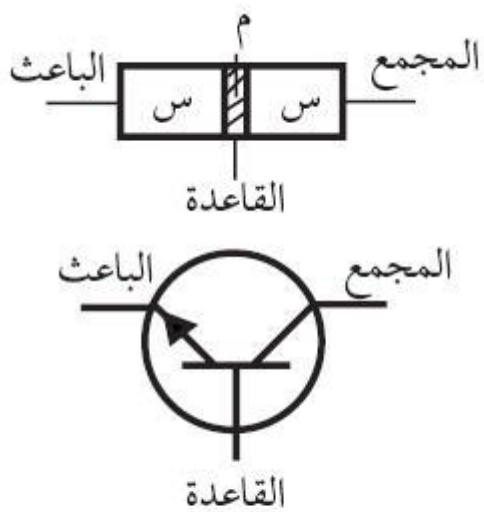
تعود قصة اختراع الترانزستور إلى بدايات القرن العشرين. والجدير بالذكر أنه من الخطأ أن ننسب ذلك الاختراع العظيم إلى شخص واحد أو عالم بعينه، بل هو نتاج بحث وتطوير مجموعة من

العلماء، فلقد ابتدأت بخطوات بسيطة كان يقوم بها باحثون وانتهت فيما وصل إليه الباحثون في معهد أبحاث بل في أمريكا عام 1947 .

ما هو الترانزستور؟

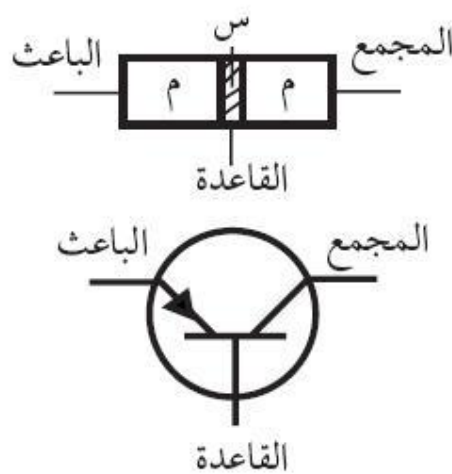
الترانزستور هو نبيطة (عنصر) إلكتروني شبه موصل يشبه العم الدايد، أي أنه أحياناً يوصل التيار الكهربائي وأحياناً يمنع ذلك اعتماداً على مقاومته الداخلية التي تعتمد على كمية الجهد المطبق على أحد أطرافه (قاعدته).

للترانزستور ثلاثة أطراف: انظروا الشكل التالي للتعرف على أطراف الترانزستور



ترانزستور نوع
س م س

(ب)



ترانزستور نوع
م س م (أ)

الترانزستور له ثلاثة أطراف: القاعدة والباعث والمشع.

فمن ناحية التركيب الداخلي، يتكون الترانزستور من شريحتين ملتصقتين ببعضهما البعض مصنوعتان من مواد شبه موصلة كالسليكون والذي يضاف إليه شوائب من مادة أخرى كالجرمانيوم لتكون حينها قادرين على صنع نوعين مختلفين من الشرائح، الأولى من نوع **م-س** "موجب-سالب" والأخرى **س-م** "سالب-موجب". وعند دمج هاتين الشريحتين ببعضهما البعض بطريقة هندسية معينة يتحول ذلك التشكيل لشيء يشبه لحد كبير الداود. وعند دمج شريحتين مختلفتين في القطبية ببعضهما نحصل على الترانزستور الظاهر في الصورة أدناه :

وهنا ننبه أن للترانزستور نوعان: م-س-م والآخر س-م-س الفرق فقط في القطبية لكن آلية العمل واحدة



حسنًا.. هذا كله كلام قرأناه وسمعنا به، مالذي يقوم به الترانزستور؟

للترانزستور تطبيقات رئيسية :

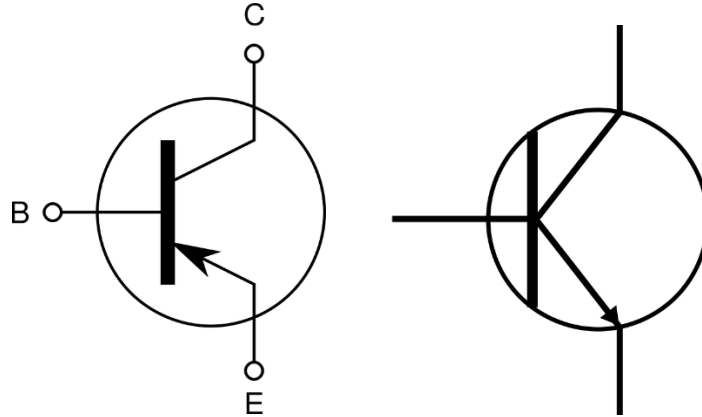
الأول هو أن يستخدم كمفتاح كهربائي

والثاني أن يستخدم كمكبر للإشارة

الثالث أن يستخدم كمذبذب

والرابع كمنظم جهد

ففي التطبيق الأول يمكننا تشبيه عمل الترانزستور ببساطة بأنه مفتاح كهربائي سيسمح بمرور التيار بين طرفين من أطرافه: من المجمع "يرمز له بحرف سي" إلى الباعث "المشع يرمز له بحرف E"، وذلك بشرط أن يكون هناك جهد مطبق على قاعدته. شاهدوا الصورة التالية :



الشكل الأيمن هو للترانزستور من نوع س-م-س ، بينما الأيسر فهو لنوع م-س-م

تخيلوا معي كما في الشكل الأعلى أن الترانزستور عبارة عن مفتاح يتم التحكم به من خلال القاعدة، بحيث أن التيار المتواجد على المجمع ينتظر إشارة التحرك للانتقال للباعث، وإشارة البدء هي أن نقوم بتطبيق جهد كهربائي صغير والتيار صغير على القاعدة بحيث يكون أكبر من جهد الباعث بمقدار 0.6 فولت كحد أدنى، وعندها سيبدأ التيار بالانتقال من المجمع للباعث. وهناك شرط آخر أيضا هو أن يكون جهد المجمع أكبر من جهد الباعث كذلك. هذا كان في حالة نوع س-م-س. والعكس الصحيح في حالة النوع الثاني .

الجدير بالذكر أن نوع م-س-م ، لا يحظى بشهرة كبيرة بين المستخدمين وذلك لأنه في بداية اختراعه كان صعب التصنيع فلجأ أغلب المصممين الاعتماد على النوع س-م-س. لكن ذلك لا يعني أن لانشاهد نوع م-س-م في الدارات الإلكترونية .

وملاحظة بسيطة: فإن الترانزستور سيعمل كمفتاح وفي حالة عدم تطبيق أي جهد على القاعدة فإنه لن يسمح بمرور التيار بين المجمع والباعث، لكن في واقع الأمر فإن هناك تيارا صغيرا جدا سيتسرب بين المجمع والباعث بالرغم من عدم قدح الترانزستور .

إذا لنلخص ما ذكرته بالنقاط التالية :

< يمكن تشبيه عمل الترانزستور بمفتاح بين طرفين هما الباعث والمجمع

< لن يبدأ التيار بالمرور بين الباعث والمجمع "الباعث" حتى يكون جهد القاعدة أكبر من الباعث بـ 0.6 فولت كحد أدنى

< لا بد أن يكون كذلك جهد المجمع أكبر من الباعث

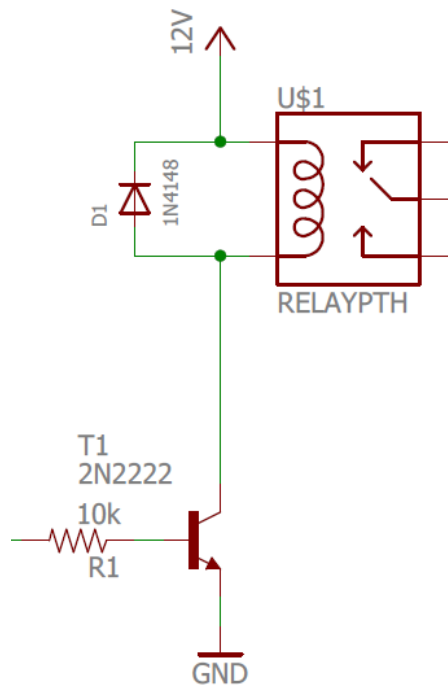
< أغلب المصممين يعتمدون نوع س-م-س في تصاميمهم

هذا ولنتنبه أنه في حالة تطبيق الجهد على القاعدة فلا بد من حمايتها بوضع مقاومة على التسلسل كي نحميها من قيم التيار الكبيرة التي ستمر خلال القاعدة .

هل هناك دارة عامة بحيث يمكن استخدامها لتنفيذ تطبيق الترانزستور كمفتاح؟

نعم تفضلوا هذه الدارة. الجهد المستخدم في هذه الدارة رمزنا له بـ 12 V ويمكنكم استخدام أي مصدر مع مراعاة تحمل الترانزستور والمقاومة والحسابات المتعلقة بها.

وإليك الخطوات التالية كي نتعلم اختيار الترانزستور المناسب لتطبيقنا ولنحدد قيمة مقاومة القاعدة اللازمة لتشغيل الترانزستور :



1. يجب معرفة أقصى قيمة لتيار المجمع وهي في هذه الحالة قيمة التيار القصوى لتيار الحمل والتي يمكن حسابها ببساطة بقسمة قيمة الجهد على مقاومة الحمل .

مثال: لنفترض أن مقاومة الحمل هي 100 أوم وجهد الحمل هو 10 فولت فإن تيار الحمل سيكون $0.1 = \frac{10}{100}$ أمبير

أي أن قيمة تيار المجمع هي 0.1 أمبير

2. يجب أن نحدد قيمة الكسب أو الربح الخاصة بالترانزستور والتي يرمز لها اختصارا h_{FE}

وهذه القيمة تذكر في ملف المواصفات الفنية للترانزستور. وليعمل الترانزستور كمفتاح، فلا بد أن تساوي قيمة الكسب خمسة أضعاف قيمة تيار المجمع أو تيار الحمل المتصل بالترانزستور مقسوما على تيار القاعدة. ففي مثالنا السابق بما أن تيار الحمل الذي حسبناه كان 0.1 أمبير وتيار القاعدة يمكن فرضه على أنه ذو قيمة لنقل تجاوزا أنها 5 ميلي أمبير فمعنى ذلك أن قيمة الكسب التي يجب توفرها في الترانزستور هي :

$$\frac{0.1}{0.005} = 20$$

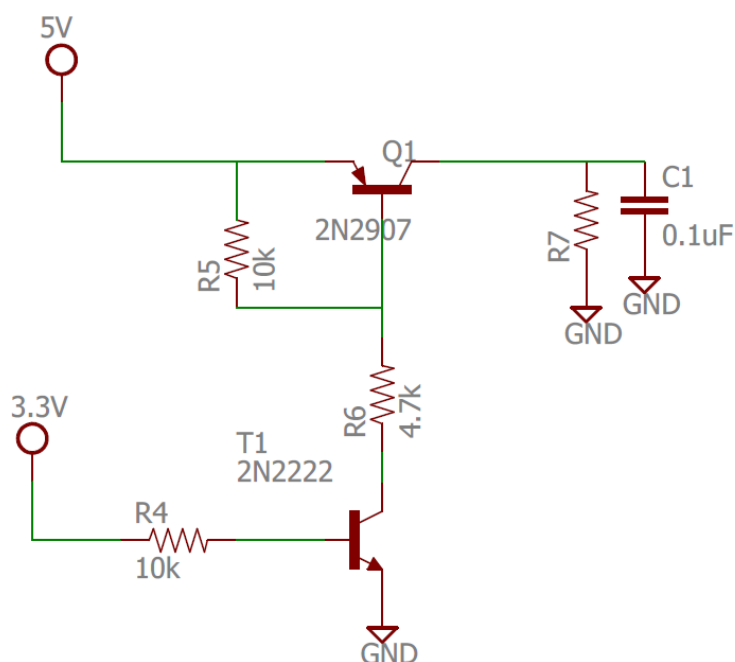
ويجب أن تكون خمسة أضعاف هذا الرقم أي $100 = 5 \times 20$

3. اختيار قيمة مقاومة القاعدة التي تحميه من أقصى تيار يمر من خلاله. واختصارا نستخدم العلاقة التالية :

$$R_B = 0.2 \times R_L \times h_{FE}$$

ويمكننا تعويض القيم التي استخدمناها في مثالنا السابق للتعويض والحصول على قيمة مقاومة القاعدة :

$$R_b = 0.2 \times 100 \times 100 = 2000 \text{ Ohm}$$



هذا كان مثالا مبسطا للغاية عن استخدام الترانزستور في تطبيقات المفتاح .

لنشاهد الدارة التالية الآن: فهي تحتوي على ترانزستورين من نوعين مختلفين: الأول م-س-م والآخر س-م-س. هذه الدارة ببساطة تستخدم كمفتاح لتشغيل مصدر ال 5 فولت ليصل إلى الحمل المؤلف من المقاومة R7 والمكثف C1. لكن ضمن شرط: وهو أن يعمل الترانزستور السفلي T1 من خلال تطبيق فرق جهد على قاعدته.

نحتاج هذه الدارة لأمر بسيط، فلنقل أن لدينا متحكما يعمل بفرق جهد 5 فولت، ولنتخيل أنه متصل بمتحكم آخر يعمل بفرق جهد 3.3 فولت بحيث أن هذا المتحكم هو الرئيسي الذي له القرار في تحديد متى سيعمل المتحكم الآخر ذي ال 5 فولت. فلتشغيل وإطفاء هذا المتحكم من خلال متحكمنا الرئيس وبمعرفة أننا نعمل بجهد 3.3 فولت لابد لنا من مفتاح ذكي يستطيع عزل ال 3.3 فولت واستخدامها لتشغيل ال 5 فولت. كيف؟

بما أن ترانزستور Q1 هو من نوع PNP فليعمل فهو بحاجة لفرق جهد بين المشع والقاعدة أقل من 0.7 فولت. بمعنى أصح إن كانت القاعدة متصلة بالأرضي والمشع متصل بالمصدر ال 5 فولت فسيعمل الترانزستور. حسنا، لتأمين الأرضي أو فرق جهد أقل من 0.7 فولت بين القاعدة والمشع، نوصل القاعدة بترانزستور T1 من نوع NPN بحيث أن هذا الترانزستور يعمل كمفتاح ليؤمن لنا فرق جهد لا يتجاوز 0.2 فولت بين المجمع والمشع. وبما أن المجمع الخاص بهذا الترانزستور متصل بقاعدة

الترانزستور Q1 فسيؤدي ذلك إلى إجبار قاعدته على إتصالها مجازا بالأرضي. حسنا، R4 و R6 هما لقدح الترانزستور، لكن R5 لماذا؟

لهذه المقاومة دور رئيسي، ففي حال عدم تشغيل الترانزستور السفلي بمعنى لو تخيلناه غير موجود، فتلك المقاومة ستعمل على وصل جهد المشع بالقاعدة، مايعني أنهما متساويان وبالتالي سيؤدي ذلك إلى إجبار الترانزستور على عدم الانحياز أو العمل.

لكن هنا أتذكر سؤالاً لطالما تكرر علي عشرات المرات : فلماذا نحن نحتاج للترانزستور للقيام بتطبيق بسيط كمفتاح؟ أليس من الأسهل أن نستخدم مفتاحاً ميكانيكياً و نريح أنفسنا من العناء؟

تخيلوا معي أننا نمتلك معالجا دقيقا به منفذ رقمي جهده الأعظمي هو 3.3 فولت ولدينا حمل أو لمبة مثلا تعمل بجهد 12 فولت فكيف سنستخدم متحكماً للقيام بالتحكم بهذه اللمبة؟ فجهد اللمبة أكبر من المتحكم. لذا لابد من وجود مفتاح بسيط يتخاطب مع المتحكم من جهة، ويتحكم بالحمل أو اللمبة من جهة أخرى.. فدور الترانزستور هنا محوري فليس مجرد مفتاح بسيط بل هو الوسيلة الوحيدة للتعامل مع أحمال لا تتناسب مع جهد المتحكم.

أما التطبيق الثاني وهو المهم كذلك خاصة في دارات الإرسال والسمعيات فهو: **استخدام الترانزستور كمكبر للإشارة**

المصادر :

[Make Electronics Book](#)

[آلة حاسبة خاصة بالترانزستور](#)

[استخدام الترانزستور كمفتاح](#)



الخريجة والحفيدة..والعم ترانزستور

كانت الساعة تشير إلى الرابعة عصرا من يوم الخميس، وهو وقت حصة مختبر الإلكترونيات، !!
يالتوقيت السيء... هكذا بدأت الخريجة تحدث نفسها، وقالت: في كل مرة أتمنى أن يتم تغيير
موعد محاضرة المختبر، فهذا الموعد مزعج للغاية فهو نهاية الأسبوع ونهاية اليوم!

باللغظة.. لكن عزائي الوحيد أنها سنتي الأخيرة في الجامعة. فصبر جميل والله المستعان على
هذه الحصة الغليظة. حملت خريجتنا أمتعتها، وارتدت معطفها الصوفي الأخضر الذي جهزته لها

الوالدة خصيصا لهذا التوقيت من السنة الذي بدأ فيه الزمهرير متقدما كغير عادته. ودعت والدتها قائلة: أمي أنا ذاهبة لمختبر الغلاظة.. أقصد الإلكترونيات... هل تريدين شيئا قبل أن أذهب؟

ردت الأم: بالتوفيق يا بنيتي...

فتحت خريجتنا الباب، وبدأ صوت صريره المزعج.. تيبب.. فهذه هي ضريبة فصل الشتاء، كل شيء يحتاج لتزييت. ثم خرجت وضغطت زر المصعد، وماهي ثوان إلا وقد وصل، أمسكت قبضة الباب الرمادية اللون وكانت باردة للغاية وفتحت الباب، وفوجئت بوجود فتاة صغيرة داخل المصعد، فابتسمت في وجهها وأغلقت الباب وضغطت زر الطابق الأرضي .

بدأت الطفلة الصغيرة تنظر إليها بتمعن وخاصة أنها كانت تمسك بكراستها الإلكترونية، وعليها العنوان البراق . . .الترانزستور

ضحكت الفتاة الصغيرة، وهنا استغربت الخريجة!! وقالت لها: ما بالك يا صغيرتي؟ ما المضحك في الأمر؟

ردت الطفلة: كنت في زيارة لمنزل جدتي بالأمس، وحصلت لنا قصة مخيفة في هذا المصعد، وتمكنا من حلها بفضل الله ثم بسبب العم ترانزستور، فتبسمت الخريجة ضاحكة: ها؟ ترانزستور؟ ومن أين لك يا عزيزتي بمعرفته؟ حدثيني عنه . .

فقال الطفلة: الترانزستور يعمل كمفتاح، فهل له تطبيقات أخرى؟

ردت عليها: بالتأكيد نعم..واليوم في المختبر سأتعلم عن تطبيق **المكبر** . ولعلي ألتقي بك مرة أخرى يا عزيزتي كي أشرحه لك . .

وما إن انتهت الطفلة حتى وصل المصعد للطابق الأرضي، وفتحت الخريجة الباب ووضعت يدها على رأس الطفلة وقالت لها، مع السلامة..هلا لازلت تذكرون الجدة وحفيدتها وقصة المصعد؟

سبق وأن عرفنا أن للترانزستور عدة استخدامات :

1. دوائر الاهتزاز (المذبذبات)

2. مفتاح إلكتروني

3. التكبير

وسنناقش اليوم موضوع استخدام الترانزستور كمكبر .

دعوني أتحدث عن مغامراتي مع الترانزستور منذ الصغر، حيث كنت في بداياتي كمهتم بالإلكترونيات أتعامل مع الدارات دون معرفة تفاصيلها الدقيقة، ودون الإلمام الكامل بماتعنيه كل قطعة وسبب وجودها في الدارة، فكان كل اهتمامي آنذاك هو أن تعمل الدارة بإصدار صوت أو ومضة ثنائي مشع للضوء. كنت أقرأ عن شرح للعناصر الإلكترونية في الكتب التي وقعت تحت يدي، لكنها كانت تغص بشروحات ومعادلات لم تجب فضولي، ولم أتمكن من معرفة السر الحقيقي وراء الترانزستور مثلاً وكيفية عمله الحقيقي أو طريقة اختباره أو أساسيات تطبيقاته. تساؤلات هي بسيطة للغاية لكنك لن تجد إجابة شافية في الكتب الأكاديمية أو الكتب المتوفرة في الأسواق، إجابات لأسئلة ستراودك كثيراً في بدايات معرفتك لهواية الإلكترونيات .

1. كنت أتساءل: كيف يتم تكبير التيار في الترانزستور في دوائر التكبير؟ من أين يأتي بقدرته هذه، فهل هو كبطارية مثلاً ويمكن أن تنضب بعد فترة وينتهي عمر الترانزستور؟ كيف يمكن له تكبير الإلكترونات القادمة إلى قاعدته؟ وهل هو من سيعمل على إمدادها بالطاقة؟ هل هو إذا منبع للطاقة يكمن أن ينضب بعد فترة من استخدامه ؟

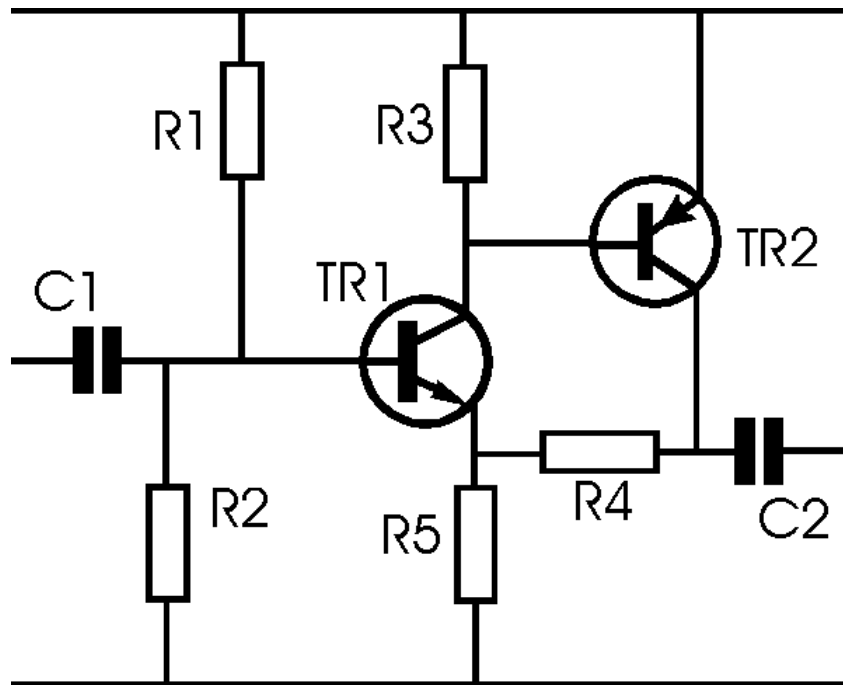
2. هل يمكن تكبير أي إشارة دخل بواسطة الترانزستور؟ فهل يمكن تكبير إشارة تيار مستمر؟ أم متردد؟ وماهي قيمتها القصوى؟ الدنيا؟ هل هناك حدود؟ هل هناك حدود بالنسبة لتردد إشارة الدخل؟

3. لماذا أجد أرقاماً معينة للترانزستور في الدارات؟ هل وضعت بشكل دقيق؟ وهل تعني شيئاً أصلاً؟ وهل يمكنني استبدالها بمكافئات أخرى؟

4. كنت حين ذهابي لمحلات شراء القطع الإلكترونية أنزعج كثيرا إذا قال لي البائع عفوا.. هذا الترانزستور غير موجود. لكنه كان يقدم المساعدة من خلال كتاب المكافئات أو العناصر التي يمكن استخدامها بدل الترانزستور الذي أطلبه. فكيف يتم اختيار ذلك البديل؟

هذا كان مجمل ما كنت أعانيه كمبتدئ في هذا المجال.

كم مرة شاهدتم دائرة كالتى في الصورة أدناه :



حسنا: ماهو دور الترانزستور TR1 ؟

تخيلوا معي أننا نعيش في منزل معين ولدينا خزانان من الماء، الأول خزان علوي في سطح المنزل والآخر في قاع المنزل. ولنفترض جدلا أن الخزان العلوي فارغ تقريبا من الماء، وأننا أردنا أن نستخدم ذلك الخزان للحصول على الماء، فكيف يمكنني أن أستغل الماء الموجود في الخزان السفلي وأقوم بدفعه للخزان العلوي بحيث أتمكن من الاستفادة منه واستخدامه في المنزل؟ هنا

يأتي دور مضخة الماء التي يجب أن تكون في أسفل المنزل وملتصقة بالخزان السفلي. ألسنا نقوم بتشغيل المضخة في كل مرة نحتاج إلى ماء كي نملاً به الخزان العلوي؟

إذا المضخة هي اللاعب الرئيسي في هذه الحيلة، فهي بمثابة العقل المدبر الذي سيعمل على تحويل طاقة المصدر "الخزان السفلي" وإجبارها على التحرك للحمل "الخزان العلوي" كي نستفيد منها .

بنفس الطريقة يعمل الترانزستور كمكبّر، فهو كالمضخة التي ستقوم بالاستفادة من جهد وتيار الحمل "بطارية مثلاً" بحيث تضيف طاقة للإشارة الضعيفة التي دخلت إلى قاعدة الترانزستور لتكبيرها. فالأمر بشكل تجريدي، لدينا إشارة ضعيفة جداً "كالماء القليل الموجود في الخزان العلوي في المنزل"، ونريد إرسال تلك الإشارة الضعيفة للحمل أو الخرج "مجمع الترانزستور" مكبرة بحيث نستغل وجود بطارية أو مصدر خارجي للتيار "مثل الخزان السفلي" وبذلك نكون قد حللنا مشكلة الإشارة الضعيفة وقمنا بتكبيرها بالشكل المطلوب. ونلاحظ أن كمية التكبير تعتمد أساساً على قدرة الترانزستور "المضخة" وعلى نوعية الإشارة وشكلها وحجمها، وأيضاً على قدرة الجهد المتصل بالمجمع "البطارية". حتى هذه النقطة نكون قد عرفنا أن الترانزستور هو عنصر له القدرة على التحكم أو استغلال مصدر معين - كالبطارية مثلاً- لتكبير إشارة ما داخله إلى قاعدته، فلذلك هو ليس مولد للطاقة بذاته بل هو مجرد عنصر له القدرة على إضافة طاقة خارجية على إشارة ضعيفة لتكبر بالحجم المطلوب باستغلال المصدر الخارجي للطاقة، لذلك فإن الترانزستور لن يضمحل بعد فترة من استخدامه بل سيبقى يعمل مادام هناك مصدر يمدّه بالطاقة .

ننتقل للسؤال الثاني: هل يمكن تكبير أي إشارة واردة إلى قاعدة الترانزستور؟

بالتأكيد لا! فكما أن لكل مضخة قدرة تعمل ضمن حدودها، كذلك فإن للترانزستور مجالاً معيناً يعمل ضمنه وبالتالي فهو ليس قادراً على تكبير أي إشارة ضعيفة تدخل إلى قاعدته فإن ذلك يحدث ضمن شروط معينة. وما يحكم ذلك عادة: هو تردد الإشارة الداخلة مثلاً: فالترانزستور يتأثر بتردد الإشارة الداخلة ولا يمكننا إدخال أي إشارة دون مراعاة أقصى تردد يدعمه الترانزستور. فتخيلوا أننا نريد تكبير إشارة صوت ضعيفة، فتردد إشارة الصوت لن يتجاوز الـ 20 كيلو هرتز. ويمكن القول تجاوزاً أن أي ترانزستور قادر على التعامل معها. لكن لو أردنا التعامل مع إشارة موجة FM ذات تردد 108

ميجاهرتز مثلا، فليس كل ترانزستور قادر على معالجة تلك الإشارة. وأيضا، لكل ترانزستور نسبة تكبير محددة تعرف بمعامل التكبير β وهي في العادة تكون ذات قيمة قد تصل لـ 100 أو 200 مرة، فمعنى ذلك أنه إذا أردنا تكبير إشارة دخل ترددها - 1 كيلو هرتز مثلا- وقيمتها 1 ميلي فولت لتكون 1 فولت على الخرج، باستخدام ترانزستور معامل تكبيره 200 فلن نتمكن من ذلك، لأن الكسب المطلوب في حالتنا يجب أن يكون 1000 مرة في أقل تقدير كي نصل للقيمة المطلوبة .

وللتذكير فإن تحمل الترانزستور محكوم بأمور رئيسية مثل :

1. جهد الحمل: القيمة القصوى
2. تردد إشارة الدخل المراد تكبيرها: هل هي في مجال الجيجا هرتز أم ميجاهرتز؟ أم الكيلو هرتز؟
3. قيمة إشارة الدخل: هل هي في مجال الميلي فولت.
4. كمية تيار الحمل أو تيار المجمع.

انتقل للسؤال الثالث: هل الأرقام الموجودة على الترانزستور تعني شيئا للمصمم؟ مثل :
2N2222 أو AC128 أو MMBT3904 هل هناك فرق حقيقي بينها أم أنها مجرد طلاس؟

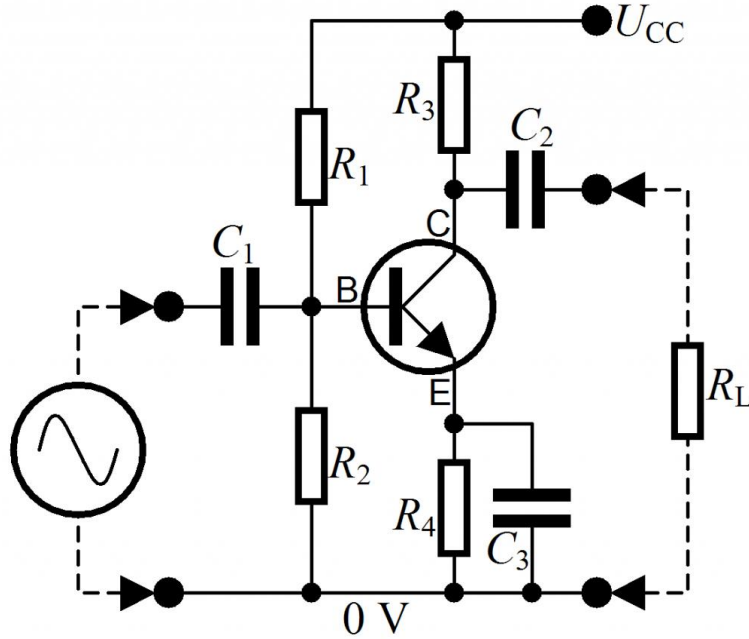
نعم هناك فرق شاسع بينها. فلكل ترانزستور مواصفات معينة خاصة به، فمثلا :هناك كما عرفنا سابقا ترانزستور نوع موجب- سالب- موجب وهناك آخر من نوع سالب موجب سالب، وهناك من له قدرة تكبير تصل لـ 100 مرة، ومنها من يعمل على فرق جهد 12 فولت وآخر حتى 60 فولت. منها ما يستطيع تكبير تيارات دخل حتى 200 ميلي أمبير. فترقيم أو تسمية الترانزستور أمر ضروري ولا مفر منه. فهو كاسم الشخص! فلايمكننا التعامل مع الترانزستور دون معرفة رقمه. وإذا عرفنا رقمه تمكنا من قراءة ملف المواصفات الفنية DATASHEET التي ستوضح كافة المعلومات الخاصة بالترانزستور .

السؤال الأخير: كيف يمكن معرفة المكافئات أو البدائل لأي ترانزستور؟

بمجرد معرفة مواصفات الترانزستور الأساسي من خلال ملف المواصفات ومقارنتها بما نحتاجه فعلا في الدارة يمكننا التوجه للمواقع الشهيرة مثل [ديجي كي](#) والبحث عن أي بديل يلبي الغرض، وكما قلت سابقا فأرقام الترانزستور الموجودة في أي دارة والتي يختارها المصمم ليست آية منزلة بل هي اجتهاد قد يصلح لفترة وقد لايتناسب أحيانا مع القطع المتوفرة في الأسواق. فعلينا الاجتهاد بأنفسنا إذا واجهنا مشكلة الحصول على الترانزستور الأساسي .

حسنا.. لكن كيف يتم تصميم أي دارة تكبير بسيطة باستخدام الترانزستور؟ ما هي الأسس الصحيحة لذلك؟ هل هناك معادلات لابد من استخدامها؟ ماهي الطريقة الصحيحة لتوصيل الترانزستور كي يعمل كمكبر؟

كي نقوم بعملية التكبير، فلا بد أن يتم قرح "تشغيل" الترانزستور وتهيئة الظروف المحيطة به كي يدخل في وضع التكبير. وهناك عدة أشكال لدوائر القرح التي يتم من خلالها عملية تشغيل الترانزستور وتأمين انحياز أمامي بين القاعدة والمشع وانحياز عكسي بين المجمع والقاعدة. وما نعينه بدوائر القرح، هو أننا نقوم بتوصيل مجموعة مقاومات ومكثفات بأطراف الترانزستور كي يكون مستعدا للعمل في وضعية التكبير. وإحدى أشهر تلك الدارات ما يعرف بدارة **المشع المشترك** الموضحة في الصورة أدناه :



لنحلل تلك الدارة :

1. إلى اليسار وتحديدًا عند طرف المكثف C_1 تشاهدون إشارة الدخل المراد معالجتها وتكبيرها
2. مهمة المكثف C_1 هي عزل أي جهد مستمر قد يكون قادمًا ضمن

إشارة الدخل. والهدف من عزلها، كي لا نؤثر على عملية قرح الترانزستور وعادة قيمته تتراوح بين 0.1 إلى 1 ميكروفاراد

3. R1, R2 هي مقاومات مخصصة لقرح الترانزستور باستخدام جهد المصدر " البطارية" كي نوفر جهد انحياز أمامي لنبيطة القاعدة-المشع والذي يجب أن تكون أكبر من 0.7 فولت كي تكون نبيطة القاعدة-المشع منحازة أماميا وكذلك لتأمين جهد انحياز عكسي لنبيطة القاعدة -المجمع لتكون أقل من 0.7 فولت وقيمتها تتعلق بجهد البطارية المتصل بالترانزستور . فيجب أن نختار قيما بحيث نضمن وصول جهد أكبر من 0.7 فولت ولنقل جدلا أنه 2 فولت. فإذا كان جهد المصدر 10 فولت معنى ذلك إذا قررنا جعل قيمة R1 100 كيلو أوم فيجب أن تكون أقل قيمة لـ R2 هي 25 كيلو أوم

4. R3 كي نستطيع أن نمرر تيارا محددا في المجمع دون تجاوز قيمة معينة، فلنقل أننا نريد كحد أقصى 100 ميلي أمبير ولدينا جهد بطارية 10 فولت فعلى فرض أن الجهد بين المشع والمجمع في حالة التكبير للترانزستور سيكون حوالي 2 فولت "تذكروا أن هذه القيمة ستكون حوالي 0.2 فولت في وضعية الإشباع وهي عند استخدام الترانزستور كمفتاح" فقيمة المقاومة يجب ان تكون :

$$R3 = \frac{10-2}{100mA} = 80 \text{ Ohm}$$

لكن أيضا قيمة تلك المقاومة مرتبطة بالمعادلة التالية :

$$I_c = \beta \times I_b$$

حيث إن β هي كسب الترانزستور و I_b هو تيار القاعدة

إذا أقصى كمية تيار مجمع مرتبطة بتيار القاعدة والكسب الخاص بالترانزستور، وذلك يعني أنه إذا حددنا تيار القاعدة ليكون 0.1 ميلي أمبير مثلا فيجب أن لا يتجاوز تيار المجمع $10 = 100 \times 0.1$ ميلي، وهي ما سيغير قيمة المقاومة المتصلة بالمجمع .

5. C2 الهدف منه هو عزل أي جهد مستمر من الانتقال من الترانزستور إلى الحمل، ويمكن اختيار قيمة بين 0.1 ميكرو فاراد وحتى 1 ميكرو فاراد

6. RL هي مقاومة الحمل

7. R4 هي مقاومة المشع وتستخدم لتحديد تيار المشع .

8. C3 ويستخدم لتثبيت نقطة القذح الخاصة بالترانزستور بحيث لا تتأثر بأي موجة جيبيه عابرة

هذا بشكل مبسط أشهر دائرة قدح يستخدمها هواة الترانزستور،

الآن سأذكر لكم أهم المعادلات التي يستخدمها المصمم الذي يتعامل مع دوائر التكبير في الترانزستور، وهي :

1. $I_c = \beta \times I_b$

حوالي 2 فولت : V_{ce}

3. $I_e = I_b + I_c$

4. $V_{CE} \geq 0.2$

5. $V_E < V_B < V_C$ for NPN

وهي المعادلات الرئيسية التي يستخدمها أي مصمم ترانزستور يحاول إدخاله في حالة التكبير، ويمكن معرفة القيم القصوى لتلك التيارات والجهود التي ذكرتها في الأعلى بالرجوع لملف المواصفات الفنية للترانزستور الذي يحوي كافة الأرقام الدقيقة، وبناء عليها يتم تحديد القيم الخاصة بالمقاومات التي تحدثنا عنها في دائرة قدح الترانزستور السابقة .

لكن كل هذه المعادلات كيف توصلنا إليها؟ ولم قلنا أن تيار المشع هو حاصل جمع تيار القاعدة مع تيار المجمع؟ ولم عرفنا إن فرق الجهد بين المجمع والمشع هو حوالي 2 فولت في حالة أن الترانزستور يعمل كمكبر؟

كل ذلك تم في المختبر! لم يتم كتابة أي معادلة من الفراغ، ولم تصلنا إلا بعد آلاف من التجارب حتى وصلنا إلى نموذج واستنتاجات يمكننا تعميمها كنظرية لتصرف الترانزستور بشكل عام. ودوما نركز أن كل ترانزستور مختلف عن الآخر. فحتى لو افترضنا أن نتعامل مع نفس الرقم فلا بد من وجود اختلافات طفيفة في القيم الخاصة بالتكبير والقذح.

حسناً، أليست العملية معقدة؟ فهل يجب أن نقوم بالحسابات في كل مرة نحاول تغيير قيم التيار المار في المجمع؟ هل هناك حيل لإجراء الحسابات بطرق أسرع؟

تذكروا أن ما يميز المهندس المحترف عن الهاوي البسيط هو قدرة المهندس على استخدام المعادلات التي توصل إليها المهندسون في المختبر لإعادة محاكاة دارات أخرى مشابهة

هل سبق وأن سمعتم برنامج PSpice

هو برنامج شهير لتحليل الدارات الإلكترونية من شركة Cadence وأنصح كل مهندس أو طالب أو هاو أن يستخدمه في تحليل داراته. فما يقوم به البرنامج أنه يسمح للمستخدم برسم أي دائرة ومن ثم يتم تحليل تلك الدارة ورسم الدوال البيانية الخاصة بالتيار أو الجهد عند أي نقطة مرغوبة في الدارة. مما يسهل على المصمم أن يقوم بإجراء أي تعديل بسيط على دارته ومن ثم يضغط زر المحاكاة والتحليل لتخرج النتيجة. البرنامج يعتمد في ذلك على معادلات رياضية خاصة بكل عنصر إلكتروني موجودة ضمن قاعدة بيانات البرنامج فما يقوم به البرنامج هو معالجة تلك المعلومات الواردة فيها. لذلك لا يمكننا اعتبار التحليل الوارد في البرنامج حقيقي 100% فالحكم الحقيقي يكون بإجراء التجربة في المختبر حيث أن البرنامج غير قادر على محاكاة كافة الظروف الحقيقية المتعلقة بالعنصر أو الظروف المحيطة به كالحرارة والرطوبة والتشويش المحيط. لكن باختصار يمكننا استخدام البرنامج كي نأخذ تصورا عاما عن أداء الدارة قبل الشروع في شراء عناصرها وتركيبها في المختبر.

تفضلوا [موقع البرنامج وهنا](#) نسخة مجانية للطلاب

حسنا ، ماذا لو أردنا استخدام ترانزستور MOSFET؟

كان نقاشنا السابق يتعلق بترانزستور من نوع BJ T فما هو الفرق بينه وبين ترانزستور التأثير المجالي المصنوع من المعدن والأكسيد والمعدن أو ما يعرف بالموسفت؟ MOSFET؟

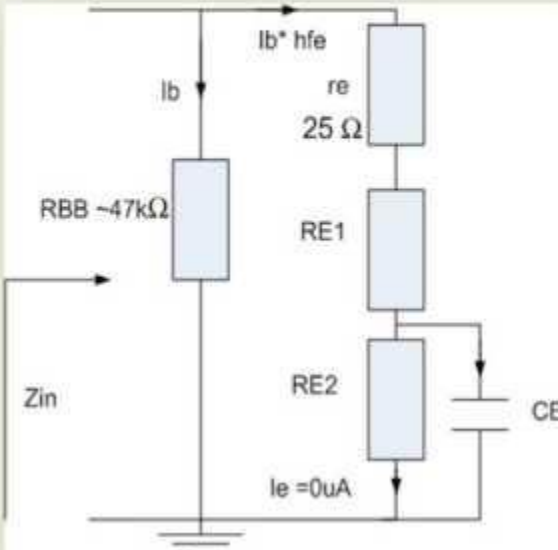
ويمكننا القول بأن الفرق الرئيسي بين هذين النوعين هو أن التحكم في التيار المار يتم من خلال تيار القاعدة في نوع ال BJ T أما في نوع الموسفت فيتم التحكم في التيار المار في المصرف من خلال جهد البوابة .

ختاماً، أترككم مع هذا المقطع الذي يختصر جزءاً من نقاشنا السابق :

DC calculation

Because of $Z_{in} \geq 20k \Omega$, so some part of R_E can be used to give The suitable Z_{in} . It will be done by: $Z_{in} = R_{BB} \parallel (h_{ie} + R_{E1} \cdot h_{fe})$.

Where $h_{fe} = 320$ g;
 $h_{ie} = r_e \cdot h_{fe}$; And
 $r_e \sim V_t / I_C = 25mV / 1ma$
 $r_e = 25 \Omega$;
 $h_{ie} = 25 \Omega \cdot 320 = 8k \Omega$.
All in all \rightarrow
 $Z_{in} = 20k \Omega =$
 $Z_{in} = 47 \parallel (8 + R_{E1} \cdot 320) k \Omega$
Then
 R_{E1} will be: $R_{E1} = 84 \Omega$,
but here $R_{E1} = 100 \Omega$, and
 $R_{E2} = 1.9k \Omega$.



المصادر

[مصدر مميز](#).



السيدة حلزونة..رمز النضال والمقاومة

كانت الساعة تشير إلى الثالثة فجرا وكان الشارع خاليا من المارة، إلا من بعض قطط الحي التي لا زالت تعبث في قمامة المنازل. هدوء صارخ..ونسمة هواء باردة تضيي مزيدا من الشاعرية في هذا الوقت من الليل. وفجأة..صوت قرع أقدام عند مقدمة الشارع . .

وماهي إلا لحظات حتى ترجلت مجموعة ملثمة!

بدؤوا بطرق أحد الأبواب بشكل هستيري مستخدمين كل وسائل القوة لديهم. كانوا ملثمين بأقنعة سوداء..ومدججين بأسلحة بيضاء! أفاق الجيران على صوت ذلك الضجيج..وكل بدأ يسترق النظر من خلف الشبابيك..متخفين خلف الستائر خوفا من أن يشاهدهم أولئك الملتزمون

بدأت المجموعة الملتمة تتحرك بسرعة هائلة..50 مليون اهتزازة بالثانية

الهدف كان واضحا..القضاء على من بداخل هذا البيت الصغير المتواضع وتمزيق أفراداه إربا

وفجأة . .ودون سابق إنذار، فتح الباب وبدا صمت عجيب. بدأت المجموعة مصدومة..فلم تتوقع وجود ذلك العنصر المفاجئ!

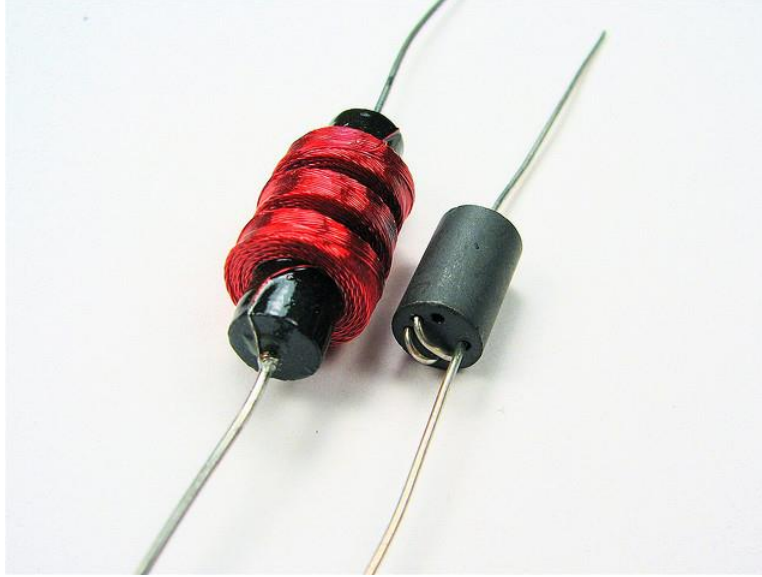
سيدة..نعم..مجرد سيدة رشيقة تدعى السيدة حلزونة، وما هي إلا صرخات بسيطة حتى اضمحل الملتزمون للأبد. فمن هم أولئك الملتزمون؟ومن هي السيدة حلزونة؟ تعالوا نتابع أولا هذا الفيديو



من هي السيدة حلزونة؟

هل عرفتموها؟ نعم السيدة حلزونة هي الملف . .

فالملف هو أحد أهم العناصر الإلكترونية الرئيسية التي يتعامل معها المصمم الإلكتروني. وهو ببساطة عبارة عن سلك ملفوف كما في الشكل التالي



سلك؟؟؟

نعم بكل بساطة الملف هو سلك ملفوف بطريقة معينة، ولهذا السلك مواصفات معينة تحدد خصائصه الكهربائية مثل : مساحة مقطع السلك، طوله، نوع المادة المصنوع منها، وغيرها. عند مرور تيار في هذا السلك سينشأ حقل مغناطيسي حول الملف تعتمد شدته على شدة التيار المار خلال السلك وعلى عوامل أخرى مثل شكل الملف هل هو حلزوني أم دائري أم مستقيم. فإن استمر ذلك التيار بالمرور دون تغير في الشدة أو الاتجاه "تيار مستمر" فسيبقى الحقل المغناطيسي الناتج ثابتاً ولن يكون هناك أي تأثير على التيار المار .

الآن، عند تغيير قيمة التيار المار خلال الملف أو اتجاهه سينشأ ما يعرف بقوة الحث المغناطيسي للملف والتي ستعمل على ممانعة مرور التيار خلال السلك والحد منه . والسبب وراء ذلك أن المجال المغناطيسي حول الملف يقوم بتوليد قوة مغناطيسية في الملف تولد تياراً يعاكس اتجاه التيار

الأصلي وبالتالي ستمنع التيار من المرور خلال الملف. وتعتمد قوة الحث هذه على مشتقة التيار المار خلال الملف بالنسبة للزمن فكلما زادت سرعة صعود أو هبوط التيار زادت قوة الحث للملف. وتقاس وحدة حث الملف بالهنري نسبة للعالم الأمريكي [هنري](#). بالنسبة للملف، فيخزن تياراً يقوم بإرجاعه للدائرة عند فصل التيار الرئيسي

ويقاس حث الملف كما في المعادلة التالية :

$$L = \frac{\mu_0 K N^2 A}{l}$$

حسناً.. فما الذي يفعله ذلك الملف؟ وما هو مبدأ عمله؟

ببساطة شديدة، تخيلوا الملف عبارة عن مقاومة، قيمتها تكون صغيرة جداً في حالة مرور تيار مستمر، ومقاومتها عالية في حالة مرور تيار متردد

ماهي المعادلة التي تحكم ذلك؟

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

لاحظوا وجود التردد f في المعادلة فكل ما زاد التردد زادت الممانعة

وماهو سبب تخزينه للشحنات؟ هل تعني أنه يخزن الشحنة كالمكثف؟

سبب تخزينه للشحنات يعود لقدرته على توليد مجال مغناطيسي له القدرة على منح الملف تخزين الشحنة .

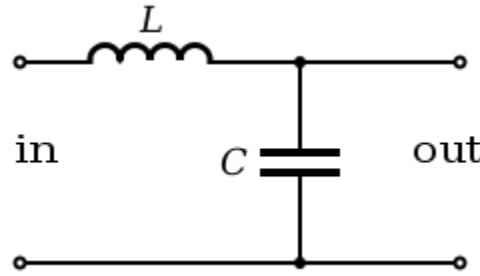
طيب ماذا لو كان التيار المار عبر الملف غير متغير؟

سيرحب الملف بذلك ولن يمنعه. فكما وضحنا في المعادلة السابقة فإن ممانعة الملف هي مطردة ومحكومة بتردد التيار المار.

حسناً إذا وما فائدة الملف إذا؟ ماهي تطبيقاته؟

1. دوائر الحماية

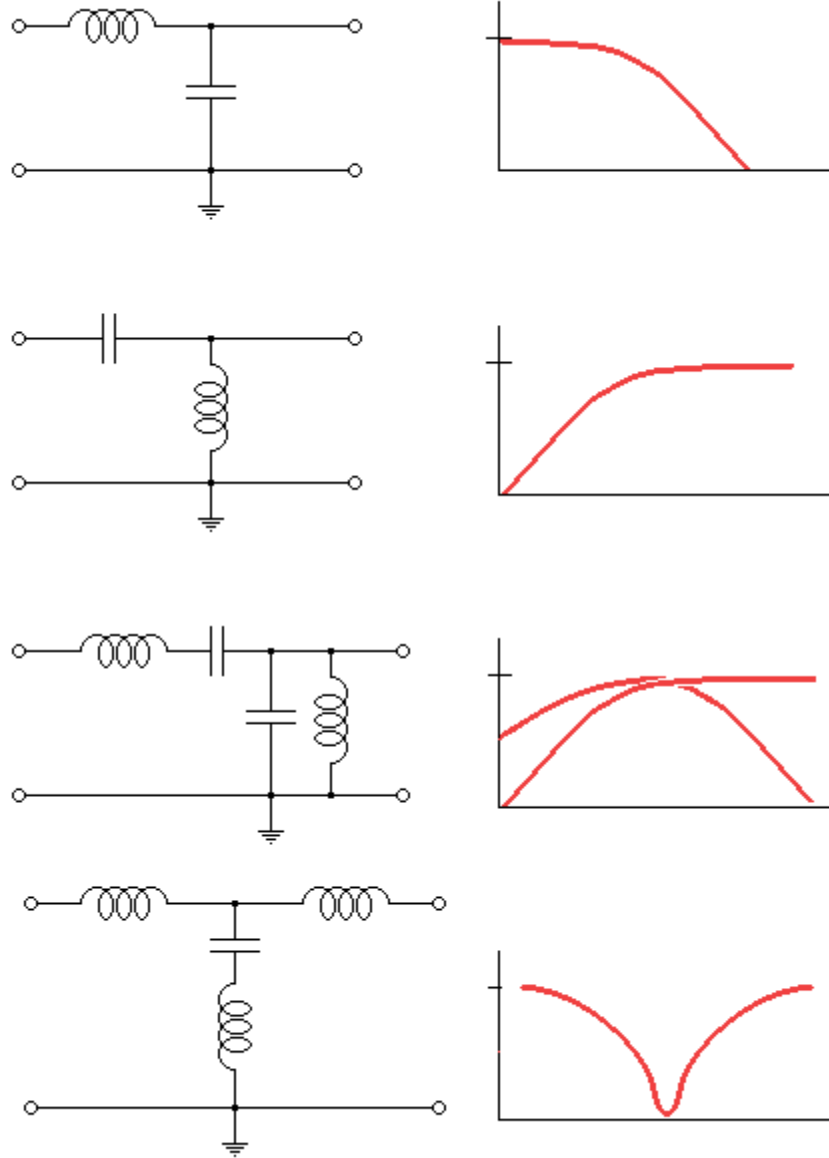
عند الحديث عن حماية مداخل وحدات التغذية أو التطرق لمداخل الدارات الرقمية فلا بد من ذكر الملف. انظروا الشكل التالي :



هذه الدارة هي فلتير بسيط للترددات العابرة التي قد تتواجد عند مداخل وحدة التغذية. فدور هذا الفلتير هو منع التشويش قبل وصوله لمدخل الدارة الرقمية. فالملف في هذه الحالة سيتصرف وكأنه مقاومة ذات ممانعة عالية جداً عند حدوث أي تشويش على مدخل التغذية ليقوم بامتصاصه ومجابهته بقوة الحث المغناطيسية .

2. تصميم الفلاتر أو المرشحات

المرشحات يدخل في تصميمها ثلاثة عناصر رئيسية : الملف، المقاومة والمكثف. شاهدوا الصورة التالية:



فهذه الصورة تختصر أنواع الفلاتر المشهورة: الترددات المنخفضة، المرتفعة، وغيرها .

3. المحولات الكهربائية

فالمحول ما هو إلا عبارة عن ملفين: ابتدائي وثنائي وما يختلف هنا هو نوع القلب الذي يلف عليه الملف فقد يكون حديديا . فقدرة الملف على توليد مجال مغناطيسي ووجود ملف بالقرب منه سيولد تيارا مستحثا في ذلك الملف .



4. إشارات المرور

تعتمد إشارات المرور الذكية في كشفها لوجود السيارات على خاصية الحث المغناطيسي. حيث أنه يمكننا وضع ملف كبير الحجم على أرض الشارع وعند مرور جسم معدني كبير "مثل السيارة" فوق الملف سيتغير حثه ومن ثم يمكننا استخدام تلك الخاصية لفتح الإشارة وتشغيلها .



5. كاشف المعادن

هناك أنواع من كواشف المعادن التي يعتمد عملها على تغير حث الملف وذلك عند وجود معدن بالقرب منها.

هذه بعض من تطبيقات الملفات، واسرحوا بخيالكم لتجدوا أنه يمكنكم استخدام خاصية الحث المغناطيسي للقيام بتطبيقات عديدة جدا .

ملاحظات هامة عند اختيار الملفات:

1. القيمة القصوى للتيار

وهي أقصى قيمة يمكن للملف أن يتحملها، فانتبه عند اختيار الملف أن تأخذ في عين الاعتبار شدة التيار المار خلال الملف. ويفضل هنا أن تضع نسبة زيادة كأقل تقدير 20%

2. التشبع

وهو عدم قدرة الملف على تخزين الطاقة المغناطيسية. كم هي القيمة العظمى التي سيفقد بعدها الملف قدرته على العمل كما هو مصمم له.

3. تردد الاهتزاز الذاتي

وهو التردد الذي يبدأ عنده الملف بتوليد اهتزاز ذاتي بسبب وجود مكثف تخيلي يظهر تأثيره بعد ترددات معينة فائقة. بمعنى آخر أن الملف بشكل تجريدي هو ليس مجرد ملف فقط بل داخليا يحتوي على مكثف متوار عن الأنظار يظهر تأثيره عند ارتفاع تردد الإشارة الداخلة للملف. لذلك يجب مراعاة التردد الذي نستخدم فيه الملف كي لا نتداخل مع التردد الذاتي للملف.

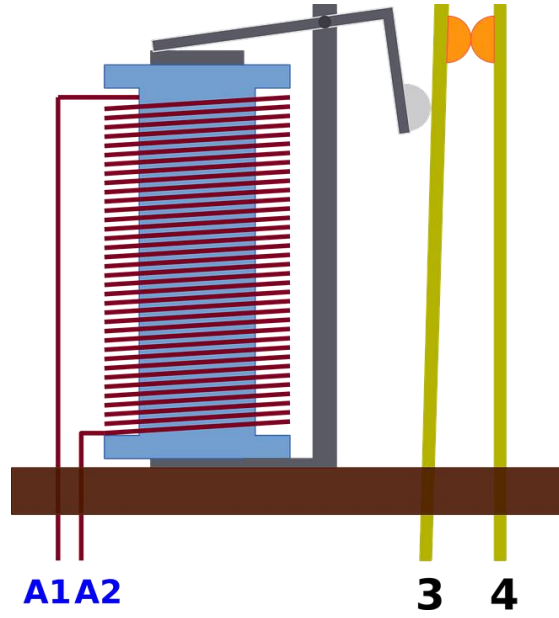
ختاما.. هل عرفتُم أولئك الملتهمين؟

نعم إنهم التيار الكهربائي، والذي حاول اقتحام دائرة إلكترونية في وسط الظلام

لكن.. الملف العزيز.. حلزوني الشكل كان له بالمرصاد

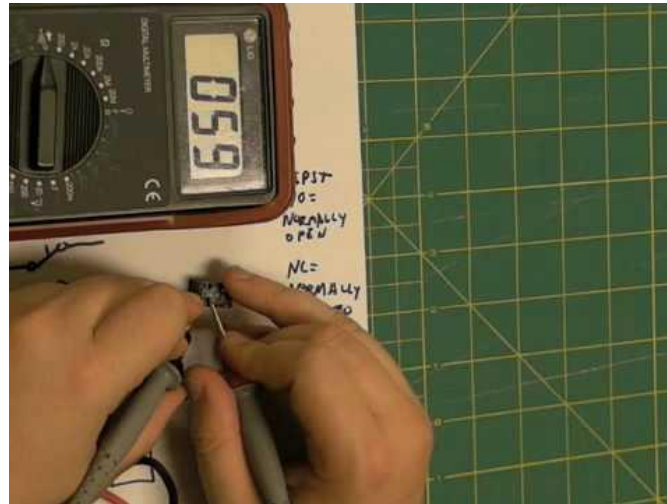
المصادر :

[المصدر الأول](#)، [المصدر الثاني](#)، [المصدر الثالث](#)



المرحل ..الريلاي

ما هو ذلك العنصر؟ وكيف يمكن استخدامه؟ وماهي تطبيقاته؟ إيجابياته؟ سلبياته؟ تعالوا نخوض أسرار المرحل ونتعرف عليه. لنشاهد هذا الفيديو الذي يحتوي شرحا مبسطا عن المرحل



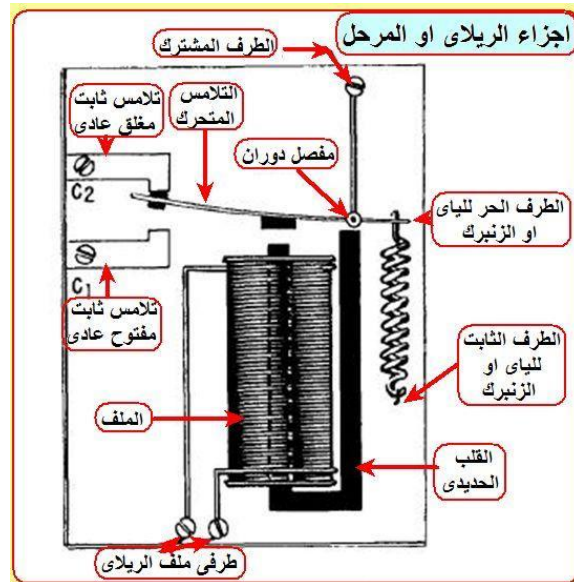
مم يتكون؟

الريلاي هو عنصر ميكانيكي/إلكتروني، ويمكننا تخيله على شكل مفتاح أو زر كهربائي، داخلياً يتكون من جزئين رئيسيين: الأول: سلك ملفوف حول قالب حديدي، وفي مقدمة ذلك القالب يتوضع الجزء الثاني: وهو لسان أو قطعة معدنية مستطيلة الشكل تقع أمام القالب/الملف وهي بمثابة المفتاح فهي تحتوي على تماسات معدنية يتم من خلالها توصيل حمل كهربائي ليعمل الريلاي على فصله أو تشغيله بحسب وضع الملف في الريلاي .

ماهو الرمز الإلكتروني للريلاي في الدارات الإلكترونية؟



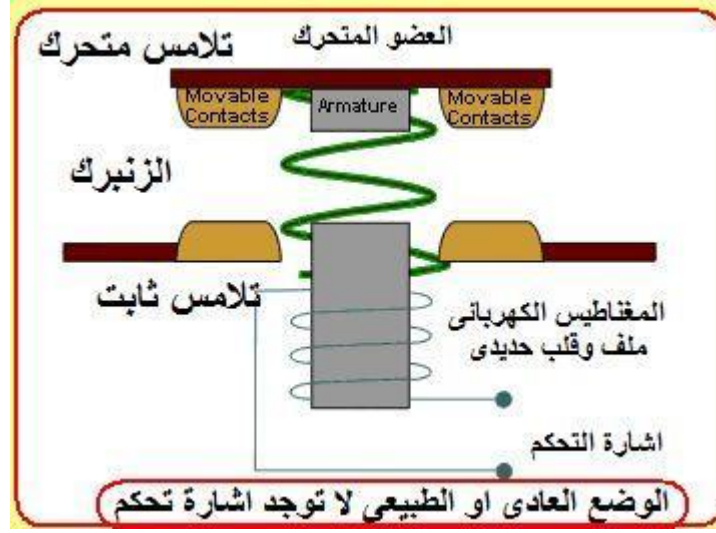
يرمز للريلاي بالشكل التالي: حيث الجزء الأيسر هو الملف والأيمن هو رمز المفتاح الكهربائي



كيف يعمل؟

عندما يتم تطبيق فرق جهد على طرفي الملف الداخلي للريلاي، سيمر تيار في الملف ليتحول بواسطته الملف لمغناطيس كهربائي مولدا مجالا مغناطيسيا سيقوم بدوره بجذب ذلك اللسان أو القطعة المواجهة للملف بحيث تغلق التماسات الكهربائية، وعند فصل الجهد المطبق سيتلاشى التيار تدريجيا ليختفي ذلك المجال المغناطيسي، وهناك زنبرك سيقوم بإعادة اللسان لوضعه الطبيعي وفصل التماسات وفتح المفتاح الذي أغلق .

انظروا الشكل التالي كي يتضح الشرح :



إذا بكل بساطة فالريلاي هو مفتاح كهربائي ميكانيكي، ما إن يتم تطبيق جهد على ملفه، يبدأ بالعمل ليجذب تماسات معدنية ستعمل على غلق أو فتح دائرة خارجية متصلة بها .

ومافائده إذا؟ ألا يمكننا استخدام مفتاح كهربائي مباشرة؟ لم لا نختصر الطريق؟

تخيلوا معي أننا قمنا بتصميم دائرة إلكترونية بها معالج دقيق يعمل على فرق جهد مستمر مثل: 3.3 فولت، ولدينا حمل كهربائي أو دائرة خرج هي مصباح كهربائي أو لمبة مثلاً تعمل على فرق جهد متردد قيمته 110 فولت. منطقياً، لا يمكننا تشغيل ذلك الحمل من خلال دارتنا البسيطة فهي غير مؤهلة لقيادة تلك اللمبة، وهنا يأتي دور الريلاي فهو سيقوم بعملية قيادة لأي حمل ذي حجم كبير من خلال فرق جهد صغير، والسري يمكن وراء تشغيل الملف بجهد صغير مثل 3.3 فولت لنقوم بتشغيل

المصباح الذي سيتم توصيله على أطراف التماسات التي سيجذبها الملف داخل الريلاي. إذا للريلاي فائدة عظيمة كونه سيعمل على ترحيل جهد و تيار صغير لقيادة حمل كبير. وأيضا ميزة الريلاي تكمن في قدرته على العزل التام ما بين دائرة المصدر والحمل "الخرج"، فهما معزولان تماما ولكل واحد منهما نقطة أرضية مرجعية مختلفة عن الأخرى، وهذا له فائدة كبيرة في منع انتقال التشويش والجهود العابرة لدارتنا وبمعنى أصح حمايتها. أخيرا، يمكن استخدام الريلاي في التحكم عن بعد، أي وضع الريلاي بالقرب من الجهاز ومد سلك للدراة التي تصدر الأوامر .

أنواع الريلاي :

كما اتفقنا فإن الريلاي هو بمثابة المفتاح، والمفاتيح الكهربائية لها أنواع متعددة تعتمد على عدد أقطابها وتحويلاتها. المقصود بالقطب هو المفتاح ، والتحويلة هي وضعية المفتاح هل هو مغلق أم مفتوح في الحالة الطبيعية

بناء على ذلك هناك الأنواع التالية من الريلاي :

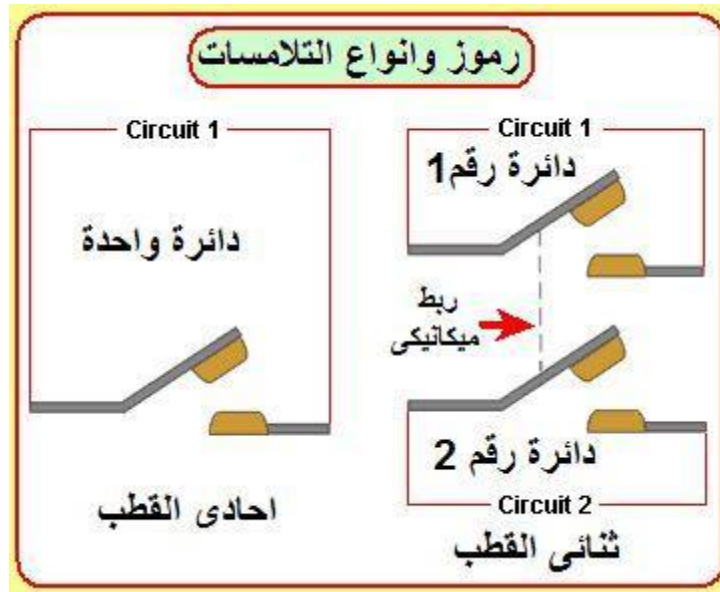
1. أحادي القطب أحادي التحويلة

2. ثنائي القطب أحادي التحويلة

3. أحادي القطب ثنائي التحويلة

4. ثنائي القطب ثنائي التحويلة

ولكم أن تتخيلو الاحتمالات العديدة التي يمكن بناؤها، انظروا الشكل التالي :



عيوبه :

لكل عنصر إلكتروني فوائد وسلبيات ، وكذلك الأمر بالنسبة للريلاي، فأهم سلبياته هي :

1. بما أنه يعتمد على الملف -وهو حثي- فلذلك ستتولد فيه قوة دافعة كهربائية عكسية عند مرور تيار به (تعرف بقاعدة لنز) عند التوصيل وعند الفصل مما قد يؤدي لعطب الدارة المتصلة به. إلا أنه يمكننا تجاوز هذه المشكلة البسيطة بواسطة وضع عنصر الدايدود بين طرفي الملف وذلك لمنع عودة تلك القوة الدافعة العكسية .
2. حدوث ارتدادات ميكانيكية عند كل تحويل من وضع الفصل الى وضع التوصيل أو العكس. مما قد يؤدي لعطب الحمل
3. يحتاج إلى دائرة موائمة لكي يعمل جيدا مع الأنظمة الإلكترونية. وعادة تكون هذه الدارة هي مكونة من ترانزستور

4. يوجد ربط سعوى بين التلامسات. مما قد يؤثر سلبا على نوعية الإشارة التي يتم إيصالها للحمل أي أنه ستقل نسبة العزل بين التلامسات

5. العمر الافتراضى للريلاي صغير نسبيا خصوصا فى الدوائر التى تتطلب عددا كبيرا من مرات الوصل والفصل. وعادة ما تذكر قيمة عدد مرات الفصل والوصل القصوى لكل ريلاي فى ملف المواصفات الفنية

دائرة عملية لاستخدام الريلاي مع الدارات الإلكترونية

عند اختيار أي ريلاي فلا بد من الانتباه للأمور التالية كي نتمكن من الاختيار الصحيح ومعرفة البدائل التي يمكن استخدامها في حالة عدم توفر الريلاي المناسب :

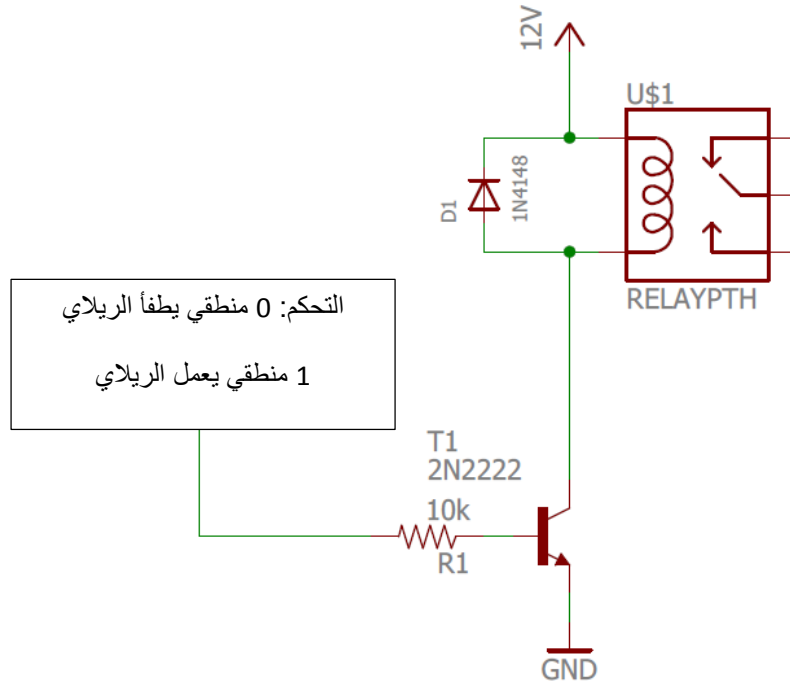
1. فرق الجهد اللازم لتشغيل الملف الداخلى للريلاي: فلو كان لدينا دائرة تعمل على فرق جهد 5 فولت فيجب اختيار ريلاي له فرق جهد لملفه هو 5 فولت، وفي حالة تعذر ذلك يمكننا استخدام جهد أكبر بعد استخدام دائرة مواعمة تعتمد الترانزستور كمفتاح .

2. أقصى تيار لازم لتشغيل ملف الريلاي: وغالبا هذه القيمة لا تعطى بشكل واضح بل يتم ذكر مقاومة الملف بدلا منها، ومن خلال قسمة فرق جهد الملف على مقاومته يتم حساب التيار الأعظم. وهي قيمة مهمة جدا كي نعرف هل يمكننا تشغيل ووصل الريلاي بدارتنا مباشرة أو لابد من وضع دائرة مواعمة.

3. جهد و تيار مرحلة الخرج أو التماسات، وهنا يجب معرفة ما يحتاجه الحمل ومقارنته بالريلاي وينبغي دائما أن يتم اختيار قيمة تيار عظمى تزيد عن القيمة المطلوبة بنسبة 10 إلى 20%

4. العمر الافتراضى لتماسات الريلاي وعادة ما تعطى بملايين المرات

ننتقل الآن للدائرة العملية :



الدارة كما تشاهدون تتكون من ثلاثة عناصر:

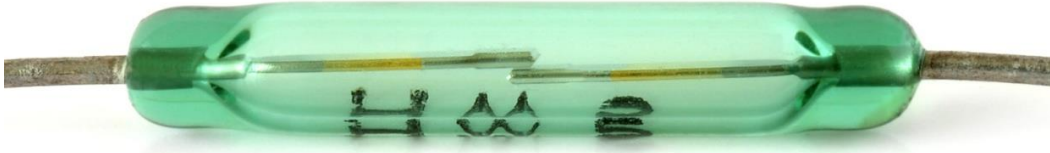
ترانزستور من نوع NPN ومقاومة لحماية قاعدته لتحديد قيمة التيار. ودايود يتم ربطه بالتوازي مع ملف الريلاي. الترانزستور يعمل في حالة التشبع بوضعية مفتاح، بالتالي ففرق الجهد بين المجمع والمشع أو الباعث هو حوالي 0.2 فولت. رقم الترانزستور هنا يراعى فيه تحمله للتيار الخاص بالريلاي. فلو كان الريلاي بحاجة لـ 45 ميلي أمبير، فيفضل اختيار ترانزستور يتحمل 75 أو 100 ميلي أمبير. هناك العديد من التصاميم التي تغفل استخدام الداويود وهو خطأ كبير! فهذا الداويود يشكل حماية رئيسة للترانزستور في حالة اطفاء الترانزستور. ففي اللحظة التي كان فيها الريلاي يعمل وتم فصل الترانزستور أي إطفأؤه فسيبقى هناك جهد على طرفي الملف ستجد طريقة للترانزستور وستكون كبيرة جداً مما يؤدي إلى تكون تيار كبير سيحرق الترانزستور. لذا يفضل استخدام الداويود بشكل دائم مع أي دارة للريلاي.



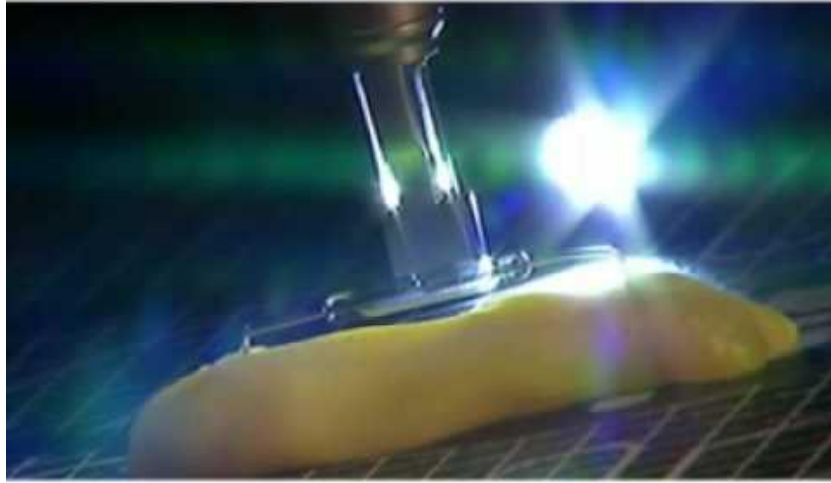
المفتاح المغناطيسي

هو عنصر ميكانيكي إلكتروني تم اختراعه عام 1936 في [معامل بل](#) من قبل إيلوود. يتكون من جزئين معدنيين على شكل سلكين، يبعدان عن بعضهما مسافة صغيرة جدا ، ويوجدان داخل إسطوانة زجاجية معزولة ومملوءة بغاز معين. وفي حال اقتراب مغناطيس خارجي من الإسطوانة، فإن السلكين سيتأثران بفعل المغناطيس وسينجذبان لبعضهما ويغلقان المفتاح، أو العكس، فهما في الأصل متصلان ببعضهما وسيبتعدان في حالة اقتراب مغناطيس منهما. بمعنى آخر مفتاح ريد ما هو إلا مفتاح كهربائي أو إلكتروني، لكن الفرق في المفاتيح العادية هو وجود قوة ميكانيكية أو كهربائية لتشغيلها، أما مفتاح ريد فيتم فتحه أو قفله بتأثير المغناطيس .

ويبدو مفتاح ريد كما هو واضح في الصورة التالية: فداخله السلكان المعدنيان ويحيط بهما الإسطوانة الزجاجية. ويأتي بأحجام مختلفة منها الصغير و الكبير .



لنشاهد المقطع التالي لتتعرف عن قرب على هذا العنصر :



بعض من تطبيقات وفوائد مفتاح ريد :

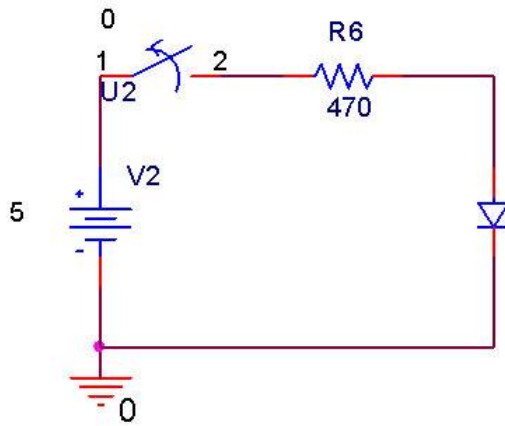
1. يدخل مفتاح ريد في العديد من التطبيقات الصناعية: أجهزة الحماية من اللصوص مثل كشف فتح الأبواب، أجهزة التحكم، أجهزة القياس وتحديد مستوى السوائل، الخ
2. له القدرة على تحمل تيارات وجهود عالية
3. يعمل عند ترددات قد تصل لـ 500 هرتز
4. زمن الاستجابة سريع ويصل إلى أجزاء من الميلي ثانية

5. مقاومة توصيله صغيرة

وكما عرفنا سابقا، فلكل قطعة إلكترونية سلبية لا يمكن إهمالها، فمفتاح ريد هو قطعة ميكانيكية في نهاية المطاف، وبالتالي فإن عدد مرات غلق وفتح أقطابه الداخلية له عمر افتراضي، مما يعني عدم كفاءته في التطبيقات التي تحتاج عدد مرات استخدام عالية نسبيا. وإضافة إلى ذلك فإن وجود غلاف زجاجي حول المفتاح قد يشكل خطرا أحيانا حيث أنه سيكون معرضا للكسر .

هل من دارة بسيطة لتجربة مفتاح ريد؟

إليك هذه الدارة البسيطة "دارة حماية منزلية ضد السرقة" وهدفها هو إصدار تنبيه مرئي أو صوتي عند فتح باب معين. حيث يمكننا تثبيت مفتاح ريد مع دارته ومصدر التغذية على طرف الباب الثابت، ووضع مغناطيس على الجزء المتحرك من الباب، فعند إغلاق الباب سيكون المغناطيس بالقرب من مفتاح ريد، وبالتالي سيتم فتح التماسات ولن يصدر أي صوت، لأن الدارة مفتوحة. وعند فتح الباب، سيبعد المغناطيس ويعود مفتاح ريد لوضعه الطبيعي ويتم إغلاق تماساته الداخلية ويصدر التنبيه المرئي أو الصوتي. في دارتي البسيطة هذه وضعت ثنائيا مشعا للضوء، ويمكنكم استبداله بأي خرج بشرط أن يتم إعادة حساب التيار وفرق الجهد اللازم للتشغيل. مفتاح ريد أشارت إليه في الدارة بالرمز U2. ويمكنكم وضع المغناطيس بالقرب منه لتجربته



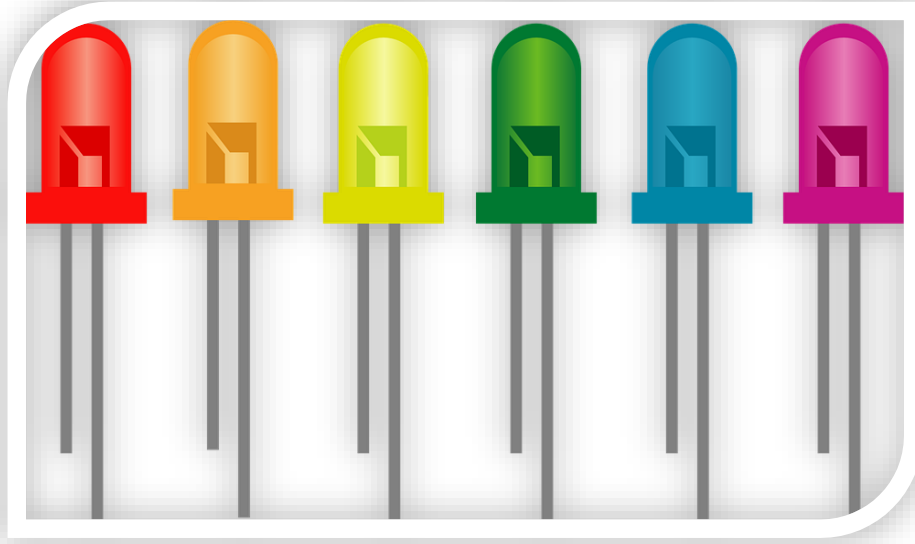
بإمكانكم استخدام ثنائي مشع للضوء أو استبدال المقاومة والثنائي بجرس منبه مع الأخذ بعين الاعتبار كمية التيار وفرق الجهد الذي يعمل عليه

وهذا التطبيق هو مجرد توسيع للمدارك، فيمكنكم استخدام هذه الدارة في أي تطبيق حماية آخر .

المصادر :

[ملف المواصفات الفنية لأحد](#)

[مفاتيح الريد](#)



عزام والشيخ والثنائي المشع للضوء

كان يمشي وسط الأحراش في عتمة الليل في منطقة نائية تبعد حوالي 6 كم عن قريته، حيث اعتاد أن يسلك هذا الطريق كل ليلة حين عودته من عمله. وبينما هو يمشي في طريقه، بدأ يسمع صوتاً وكأنه استغاثة من بعيد! بدأ يفرك عينيه ويلتفت يمنة ويسرة.. توقف لبرهة، ثم أكمل السير. وأخذ يحدث نفسه: لابد أنني مرهق كثيراً وبدأ يخيل لي أنني أسمع أصواتاً من شدة التعب. لقد حان وقت النوم يا عزام. نظر لساعته المتهالكة، ورفع يده للسماء لعله يتمكن من قراءة عقاربها، نعم إنها العاشرة مساءً. آه لقد تأخرت على والدي، فلقد حان وقت تجهيزي لعشاءهما. ولم يكد ينه حديثه مع نفسه حتى سمع الصوت ينادي مرة أخرى. ياللهول! إنه نفس الصوت، فهل لازلت أتخيل! توقف محاولاً أن يبحث عن مصدر ذلك الصوت، وظهر له أنه يأتي من جهة الأحراش القريبة. اقترب عزام أكثر! وإذا به يسمع صوت استغاثة. وبدا وكأنه شيخ كبير يصرخ قائلاً: أرجوكم ساعدوني

انتفض بطلنا عزام ونزع لثامه الذي كان يلف به رقبته وربطه حول يده، وبدأ إزاحة الأعشاب ليبحث عن ذلك الشيخ. وبدأ يناديه: لبيك عماه أين أنت؟

ناداه الشيخ: أنا هنا يا بني .

عزام: حسنا..هاقد جئتكَ.. فلا تخف.

رد الشيخ: يا بني: -وبدأ سعال شديد وإعياء على وجهه الذي يعلوه نور -أرجوك أن تحضر لي مصباحا وتنير لي به كوخِي الصغير في نهاية هذا الطريق، فلا مال لدي، هنا كتم عزام عبرته وقال للشيخ: أبشر..لك ما تريد. وأخرج عزام من جيبه بضع حبات زجاجية، تبدو وكأنها مصابيح لكنها من نوع غريب. فهي صغيرة وذات ألوان مبهجة! وقام عزام بربطها بطريقة معينة ومن ثم أعطاها للشيخ وقال له: شيخِي العزيز، هاقد صنعت لك مصباحا صغيرا يعمل بالبطارية لينير لك كوخك في هذه الليلة، فدعني أوصلك إلى بيتك.

رد الشيخ: شكرا لك يا بني

وفعلا..حمل عزام الشيخ على ظهره وانطلق به للكوخ الذي كان يبعد حوالي المئة متر. وعندما وصلوا وفتح الباب، وإذا بداخله فتى صغير يغط في سبات عميق. صعق عزام وقال للشيخ من هذا؟

رد الشيخ: لا تخف إنه حفيدي، وهو يتيم . واعتدنا أن نقرأ سوية كل ليلة بعضا من القرآن، لكننا توقفنا عن ذلك منذ أن انقطع التيار الكهربائي عن كوخنا ..وفجأة استيقظ الفتى على صوت الحوار وقال: جدي مابك؟ومن هذا الغريب؟

أجابه الجد: لا تقلق يا بني إنه شاب ساعدني وأحضر لنا مصباحا من نوع غريب لعلنا نستطيع أن نرى في عتمة هذا الليل.

رد الفتى: حسنا جدي، لكن كيف يعمل هذا المصباح؟ ولم شكله غريب بعض الشيء؟

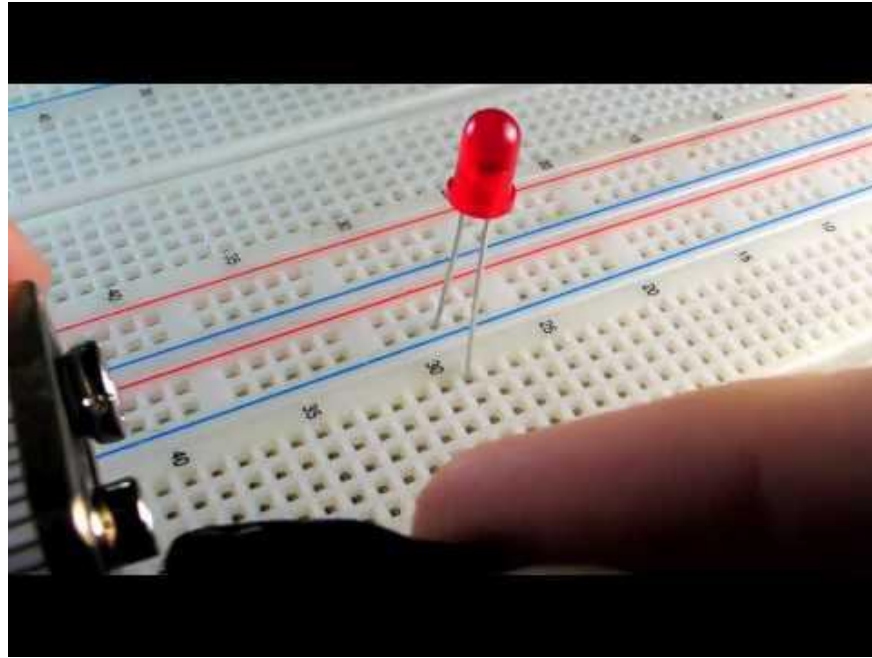
قال عزام: إنه مصباح مصنوع من ثنائيات مشعة للضوء

الفتى: ثنائيات ضوئية؟ عم تتحدث؟

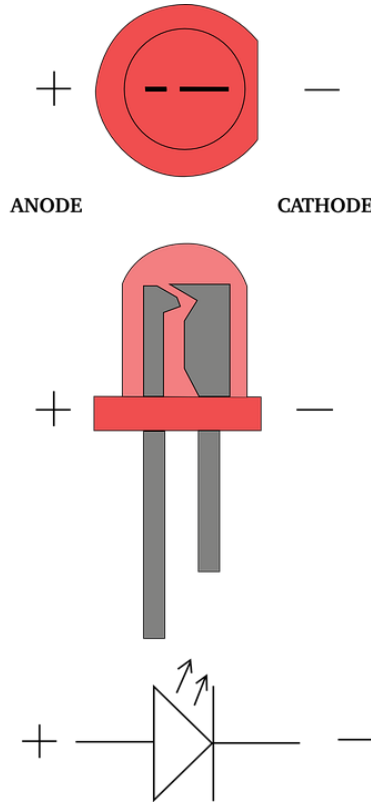
حينها بدأ عزام بشرح آلية عمل الثنائيات المشعة للضوء وكان مما قاله:

الثنائي المشع للضوء، هو أحد أنواع أشباه الموصلات، فهو ينتمي إلى قبيلة العم دايدود حارس الدارات الإلكترونية. فهو إذا نبيطة أو عنصر إلكتروني يتكون من مادة شبه موصلة إذا تم تطبيق جهد انحياز أمامي معين على طرفيها يقوم حينها الثنائي بإشعاع الضوء. كانت بداية اكتشاف هذا العنصر الهام عام 1907 في معامل ماركوني من قبل البريطاني [هنري](#)، ومنذ ذلك الحين حتى هذا اليوم ولا يزال هذا العنصر في تطور مستمر. وله ألوان متعددة تعتمد على نوعية المادة شبه الموصلة التي يصنع منها الثنائي الضوئي وليس على لون الحبابة الزجاجية التي تغلف الثنائي. له عدة أشكال وأحجام، فمنها الصغير ومنها الكبير ومنها الدائري ومنها المستطيل .

فلنتعرف على هذا العنصر الممتع عن قرب :



ما هو رمز الثنائي المشع للضوء؟ وكيف يمكنني استخدامه في الدارة؟



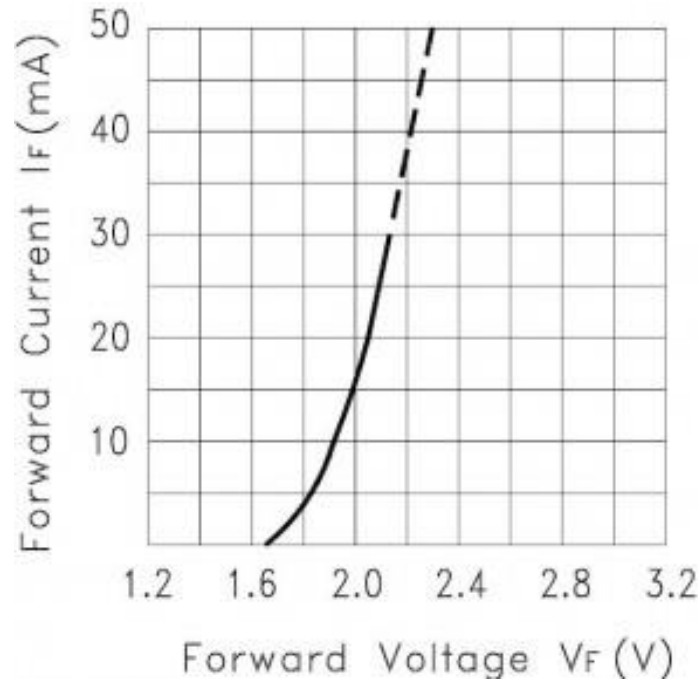
للتنائي المشع للضوء- كما للدايود- طرفان ، المصعد والمهبط، وعادة ما يكون المصعد أطول من المهبط كما هو واضح في الصورة أعلاه، وفي أحيان أخرى يكون هناك خط مستقيم إلى جهة المهبط. وليتمكن الثنائي من إشعاع الضوء فلا بد أن يكون جهد المصعد أكبر من المهبط بـ **2 فولت** كحد أدنى، وطبعا هذه القيمة ليست مقدسة! فهي تعتمد على نوعية الثنائي وبشكل أخص على اللون الذي يقوم بإشعاعه فلكل لون فرق جهد خاص به يجب تطبيقه. الأمر الآخر أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمة التيار القصوى التي يحتاجها الثنائي الضوئي، وهي أهم أمر قد يخطئ فيه بعض الهواة! وقيمة هذا التيار أيضا تختلف من ثنائي لآخر، لكن بشكل عام يمكننا أن نعتبر أن تلك القيمة هي **5 إلى 10 ميلي أمبير** تجاوزا . وكلما زادت قيمة التيار زادت شدة الإضاءة، لكن الحكم هنا ملف المواصفات الفنية الذي سيوضح هذه النقطة. فبعضها مثلا يذكر أن أقصى تيار هو 20 ميلي. والآخر يعتبرها المتوسط. إذا الآن لدينا قيمتان مهمتان يجب أن ننتبه لهما في حال استخدام الليد أو الثنائي الضوئي في أي دائرة: الجهد المطبق والتيار المار خلال الثنائي .

حسنًا، وكيف نعرف تلك القيم؟ وكيف نستخدمها في التصميم ونقوم بالحسابات؟

نعرفها من خلال ملف المواصفات الفنية "الداتاشيت" الخاص بالثنائي الضوئي، وبواسطة تلك القيم سنقوم بتصميم الدارة الخاصة بتشغيل الثنائي .

هل من مثال توضيحي؟

لنفترض أننا سنستخدم مصدر جهد للتيار المستمر قيمته 12 فولت. ولنفترض أنني سأستخدم أحد الثنائيات الضوئية التي لها العلاقة بين فرق الجهد والتيار كما هو واضح في الرسم البياني التالي :



لاحظوا أنه عند تطبيق فرق جهد مقداره 2 فولت فإن القيمة المفترضة للتيار يجب أن تكون 15 ميلي أمبير. وبما أننا نستخدم مصدر جهد مقداره 12 فولت فلا مشكلة إذا لدينا من ناحية فرق الجهد لأنها أكبر من المطلوب "2 فولت"، لكن المشكلة ستكون في التيار المار خلال الثنائي. فإذا طبقنا الـ 12 فولت مباشرة دون تحديد قيمة التيار المار خلال الثنائي فسيؤدي ذلك لاحتراقه. لذلك فيجب أن تكون قيمة التيار 15 ميلي. ولنقوم بذلك فلا بد أن نستخدم مقاومة قيمتها تعطى بالمعادلة التالية :

$$R = (V_s - V_L) / I$$

حيث أن :

V_s هو جهد المصدر

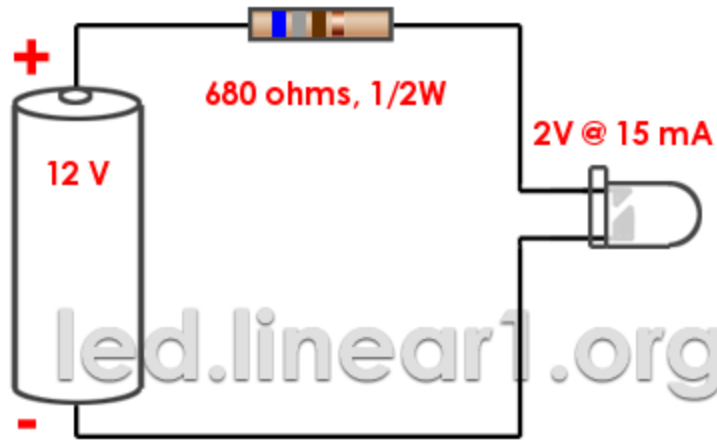
V_L هو جهد الليد

ا قيمة التيار المسموح بها

وفي مثالنا :

$$R = 12 - 2 / 0.015 = 666 \text{ Ohm}$$

إذا يجب استخدام مقاومة قيمتها حوالي 666 أوم توصل على التوالي مع الثنائي "قبله أو بعده" لحمايته ولتحديد قيمة التيار العظمى المارة خلال الثنائي. وللتسهيل عليكم، تفضلوا هذه [الحاسبة البسيطة](#) التي تمكنكم من معرفة قيمة المقاومة بمعرفة متغيرات الليد وأيضا ستعرض لكم صورة مبسطة للمقاومة كما في الشكل: وعند تطبيق مثالنا سنحصل على نفس النتيجة، لكن إذا دققتم النظر ستجدوا أن قيمة المقاومة مختلفة بعض الشيء. والسبب أن هذه الحاسبة ستقترح عليكم القيم المتواجدة في السوق الأقرب للقيمة المحسوبة. ففي مثالنا كان الجواب 666 أوم لكنها قيمة غير قياسية في الأسواق، لذلك اتجهت الحاسبة لأقرب نتيجة عملية وهي 680 أوم.



أخيرا، الذي جعل هذه الثنائيات تنتشر في يومنا هذا عدة أمور منها :

1. استهلاكها القليل للطاقة مقارنة بالمصابيح العادية مما يعني توفيراً أكبر

2. طول عمرها الافتراضي

3. سهولة تصنيعها

4. قلة الانبعاثات الحرارية الصادرة منها

5. رخص ثمنها

6. تعدد ألوانها وأشكالها وأحجامها وقدرتها

والجدير بالذكر أن كبار شركات التصنيع الإلكترونية في يومنا هذا بدأت بالتسويق لمنتجات الثنائيات الضوئية وأجهزة التحكم الخاصة بها من دارات وملحقات خاصة بها.

المصادر: [المصدر](#)



فدائيو الدارات الإلكترونية :الفواصم المنصهرة

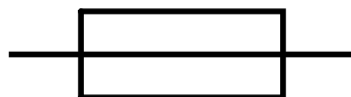
الفواصم المنصهرة أو الصواهر أو Fuses كلمات مترادفة لنفس المفهوم، حماية الدارات الكهربائية والإلكترونية من خطر القصر أو التأثير على مصدر التيار والأسلاك الواصلة بينهما .

ال Fuse أو المصهر أو المنصهرة هو قطعة إلكترونية بسيطة للغاية تم التعرف عليها بداية في عام [1847](#) وذلك لتأمين حماية أسلاك التلغراف من خطر الصواعق الكهربائية، ومن ثم تم تسجيل براءة اختراع لها عام 1890 على يد المخترع الشهير [إديسون](#) . يتكون المصهر من سلك معدني مصنوع من

النحاس أو الزنك أو الألومنيوم أو خلائط أخرى، وهو ذو مقطع نحيف ويحاط بغلاف زجاجي أو بلاستيكي. ويرمز للمصهر في الدارات الإلكترونية بالشكل الموضح أدناه :



IEC



IEEE/ANSI



IEEE/ANSI

ودور المصهر هو أنه سيكون حلقة وصل بين دارتين كهربائيتين: الأولى هي مصدر التيار والأخرى هي دائرة الحمل. تخيلوا معي أن المصدر هو بطارية جافة من نوع 12 فولت والحمل ليكن مروحة مثلاً، فعندما يقوم الحمل "المروحة" بطلب كمية تيار أكبر من استطاعة المصدر "البطارية"، فإن ذلك قد يؤدي إلى احتراق الأسلاك أو التوصيلات الواصلة بين الطرفين وقد يؤدي أحياناً إلى تلف المصدر واحتراقه. فدور المصهر هو أنه سيعمل كحارس أمان بحيث أنه سيتأكد من كمية التيار المارة من خلاله، فإذا تجاوزت حداً معيناً، قام حينها بمنعها وذلك عن طريق صهر نفسه بدل أن تصهر الأسلاك والمصدر. ويتم تحديد القيمة القصوى للتيار بالأخذ بعين الاعتبار المصدر "البطارية" المتصل بها قبل تحديد هذه القيمة، وأيضاً استطاعة وتحمل الأسلاك الواصلة .

ماهي الخواص الكهربائية الخاصة بالمصهر؟ وكيف يتم تحديدها؟

1. القيمة القصوى للتيار: فلكل مصهر أو فيوز قيمة قصوى للتيار الذي يمكن أن يمر من خلاله وهي تسمى في بعض ملفات المواصفات الفنية Trip Current وهي القيمة التي يجب عندها أن يقطع المصهر الطريق الواصل بين الحمل والمصدر

2. سرعة الاستجابة: وهي الزمن الذي يستغرقه المصهر كي يقوم بفتح الدارة .وهو زمن يفترض أن يكون ضمن أجزاء من الثانية. وهو مهم جدا عند الحديث عن الدارات الحساسة

3. فرق الجهد: ويقصد به فرق الجهد الذي سيعمل المصهر ضمنه، هل هو 220 فولت؟ 5 فولت مستمر؟ أم جهد مستمر ومتردد؟

4. تأثير الحرارة: وهنا يغفل الكثير من الهواة والمصممين إلى أن أغلب المصاهر يتم تصنيعها لتعمل ضمن درجة حرارة 25 مئوية إلا أن الواقع في بلادنا العربية هو أن أغلب الأجهزة تعمل ضمن مجال قد يصل أحيانا إلى 45 درجة، فهنا يجب التأكد من ملف المواصفات الفنية الخاص بالفيوز حيث إن قيمة التيار القصوى تتناسب عكسيا وتنخفض عند زيادة الحرارة بنسبة قد تصل أحيانا لـ 25% من قيمة التيار الأصلي

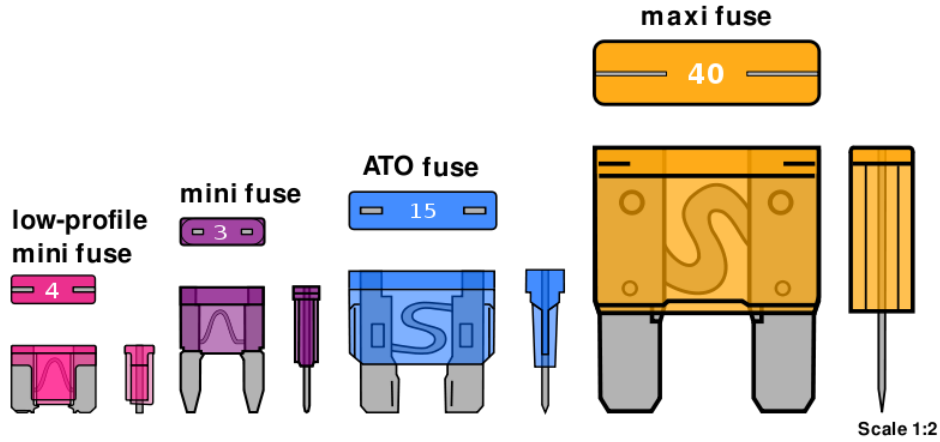
5. انخفاض الجهد: ويقصد به كم هو فرق الجهد الذي سيخسره التيار عند مروره خلال المصهر، ويجب أن يكون صغيراً جداً كي تقل نسبة الخسارة الحاصلة في جهد المصدر، خاصة عند الحديث عن دارة فرق جهدها مثلاً 3.3 فولت، فخسارة 0.5 فولت في هذه الحالة تعني الكثير وقد تؤثر سلباً على عمل الدارة كليا

تطبيقات المصاهر :

تستخدم المصاهر في العديد من التطبيقات الصناعية والمنزلية واليومية مثل: السيارات، الأجهزة الكهربائية المنزلية، محطات التوليد الكهربائية، الخ

أشكال المصاهر وأنواعها :

تتعدد أشكال المصاهر حسب التطبيق الذي تستخدم لأجله، فمنها السطحي الشكل، ومنها ما هو على شكل قرص، ومنها الدائري، وإليك صورة لمصاهر تستخدم في السيارات وفيها يظهر داخل الغلاف البلاستيكي سلك المصهر



هل لها أنواع غير معروفة لدينا؟

هناك نوع قد يبدو غريباً للبعض، وهو نوع يعرف باسم Resettable Fuse وهو غريب حقاً، فهذا النوع لديه القدرة على فصل الدارة لحظة ارتفاع التيار وعند زوال ذلك التيار العالي، يعود ليعمل بشكل طبيعي بخلاف المصهر العادي الذي يجب أن يستبدل في حال انصهاره، وبالتالي فإنه يمكن تشبيه عمله بالمفتاح الذي يقفل ويفتح على حسب نسبة التيار المارة خلاله، فكلما زادت قام بفصل الدارة والعكس صحيح. ومبدأ عمله يعتمد على زيادة مقاومته الحرارية عند مرور تيار عال فيفصل الحمل. وبكل تأكيد فإن سعره سيكون أغلى مقارنة بالمصاهر العادية.

هل يمكنني صنع الفيوز الخاص بي يدوياً في المنزل؟

نعم يمكنكم. فكما عرفنا سابقاً فإن المكون الرئيس للمصهر هو سلك معدني، ومعنى ذلك أنه لو قمنا بوضع سلك مكان المصهر فسيؤدي الغرض وستعمل الدارة بشكل طبيعي. لكن المشكلة هنا أنه لن يكون هناك أي حماية للمصدر من خطر حصول دائرة قصر في الحمل مما قد يؤدي كما ذكرنا سابقاً لتلف المصدر.

هل من فيديو يلخص ماذكر؟

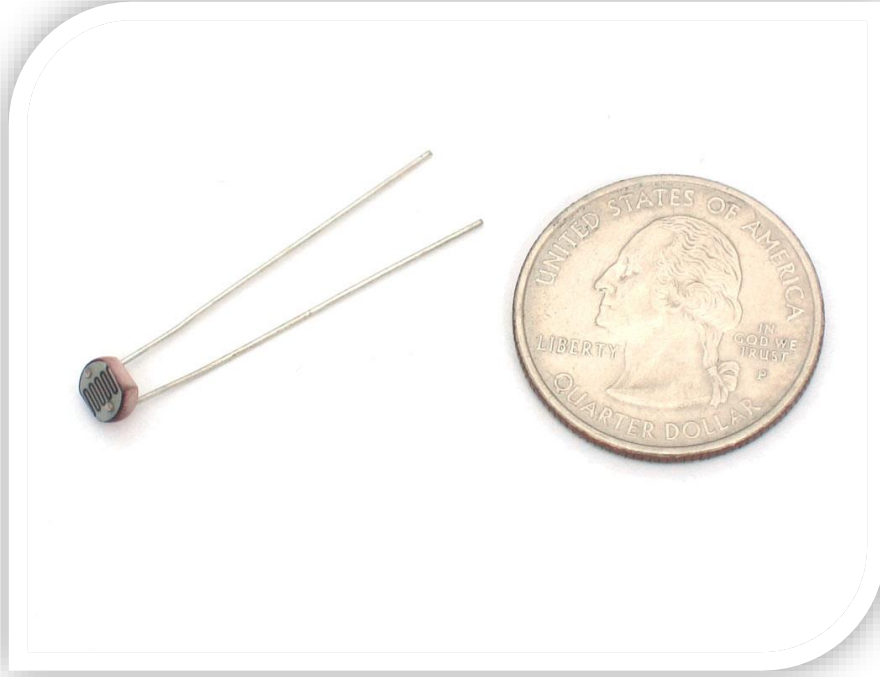
تفضلوا الفيديو :



المصادر :

1. [ويكيبيديا](#)

2. [Little Fuse شركة](#)



يا أصحاب الضوء..المقاومة الضوئية

قال أسلم :خرجنا مع عمر بن الخطاب إلى حرة واقم (وهي الحرة الشرقية للمدينة المنورة) حتى إذا كنا بسرار مرتفع من الأرض إذا نار، فقال: يا أسلم إني لأرى ها هنا ركب قصر بهم الليل والبرد، انطلق بنا. فخرجنا نهول حتى دنونا منهم، فإذا بامرأة معها صبيان صغار وقدر منصوبة على نار، وصبيانها يتضاغون (يصيحون ويبكون) فقال عمر :السلام عليكم يا أصحاب الضوء، فقالت المرأة: وعليك السلام. فقال أدنو...؟ فقالت: أدن بخير أو دع، فقال: ماذا بكم؟ قالت: قصر بنا الليل والبرد، قال: فما لهؤلاء الصبية يتضاغون؟ قالت: الجوع، قال: فأی شيء في هذه القدر؟ قالت :ماء أسكتهم به حتى يناموا، والله بيننا وبين عمر ! فقال :أي رحمك الله، وما يدري عمر بكم ؟ قالت المرأة: نحن في الصحراء وحدنا لا نجد طعاما ويتولى عمر أمرنا ثم يغفل عنا ! قال أسلم: فأقبل عليّ فقال

انطلق بنا فخرجنا نهراول حتى أتينا دار الدقيق، فأخرج عدلا من دقيق وكبة من شحم، فقال: احملة علي، فقلت: أنا أحملة عنك! قال: أنت تحمل عني وزري يوم القيامة؟ لا أم لك! فحملته عليه فانطلق وانطلقت معه إليها نهراول فألقى ذلك عندها وأخرج من الدقيق شيئا فجعل يقول للمرأة: دري علي وأنا أحرك لك، وجعل ينفخ تحت القدر حتى يشتعل، ثم أنزلها فقال: أبغيني شيئا أسكب فيه، فأنتته بصحفة فأفرغها فيه، ثم جعل يقول لها: أطعميهم وأنا أصفح لهم، فلم يزل حتى شبعوا، وترك عندها فضل ذلك بقية الكيس وقام وقمت معه، فجعلت تقول: جزاك الله خيرا كنت أولى بهذا الأمر من أمير المؤمنين! أنت أولى بالخلافة من أمير المؤمنين، فيقول: قولي خيرا إذا جئت أمير المؤمنين وحديثني هناك إن شاء الله ثم تنحى ناحية عنها فابتعد ثم استقبلها ينظر إلى مكانها من بعيد فضرب ضربة فقلنا له إن لنا شأنا غير هذا ولا يكلمني حتى رأى الصبية يصطرعون ثم ناموا وهدئوا فقال يا أسلم إن الجوع أسهرهم وأبكاهم فأحببت أن لا أنصرف حتى أرى ما أحب (تاريخ الطبري الجزء 5)..بتصرف

ما علاقة هذا بالإلكترونيات ؟ ألسنا نتحدث عن المقاومات الضوئية؟

بلى..لكن ما شديني هو حساسية عين عمر بن الخطاب لشدة الضوء، التي دفعته ليغير الواقع..وهذا ماتقوم به فعلا المقاومة الضوئية .

هل سبق وأن لاحظتم أن أنوار الشوارع في المدن الكبيرة تضاء تلقائيا عند حلول الظلام؟ وهل ركبتم سيارة حديثة وانتبهتم إلى أنه عند دخول نفق مظلم تضاء أنوار السيارة آليا؟ كيف يتم ذلك؟ وماهي الدارة التي تقف خلف ذلك التطبيق الشائع؟

يطلق عليها أحيانا المقاومة الضوئية، وأحيانا أخرى الخلية الضوئية، وفي لغة مصممي الإلكترونيات نسميها :

LDR Light Dependent Resistor وكلها تسميات لنفس العنصر الإلكتروني: المقاومة الضوئية، فهي مقاومة تتغير قيمتها "الأوم" حسب شدة الضوء الساقط عليها. لماذا؟

السر وراء ذلك يقف وراء وجود مادة شبه موصلة تتأثر مقاومتها للتيار فور سقوط الضوء عليها. فهي تصنع من مادة كبريتيد الكاديوم، على شكل نبيطة إلكترونية بحيث يتم وضع طبقة منها فوق طبقة سيراميك كما هو واضح في الصورة أدناه :

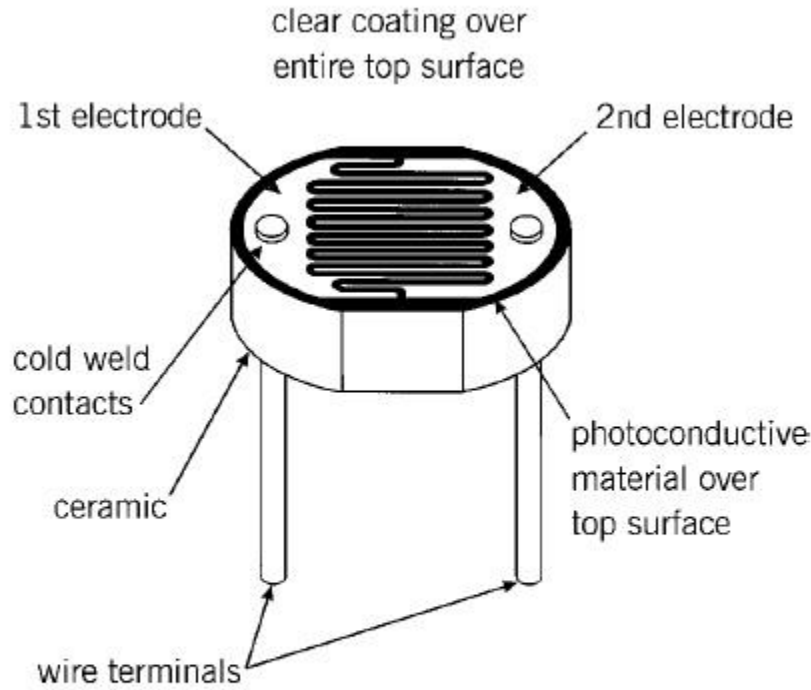


Figure 3
Typical Construction of a Plastic Coated Photocell

ما هو الرمز المستخدم للمقاومة الضوئية في الدارات الإلكترونية؟



فالمقاومة الضوئية ماهي إلا إحدى أنواع المقاومات، فهي عنصر إلكتروني تتأثر مقاومته حسب كمية الضوء التي يتعرض لها. لذلك يمكننا اعتبارها في أي دائرة بمثابة المقاومة العادية التي تحمل

قيمة متغيرة تعتمد على حسب شدة الضوء. ما يعني أنه يمكننا استبدال أي مقاومة موجودة في دائرة إلكترونية بسيطة بمقاومة ضوئية ورؤية تأثيرها باستخدام الضوء. وتتميز بمايلي :

1. توفرها بأحجام وأشكال مختلفة

2. رخيصة الثمن وقد تصل لـ درهم واحد !

3. مقاومتها تتناسب عكسيا مع شدة الضوء حيث إنها تبدأ من 10 كيلو أوم تقريبا عند الضوء الساطع وتتغير حتى تصل إلى حوالي 10ميغا أوم في الظلام الدامس

4. حساسيتها للضوء تبدأ من الطول الموجي 400 نانومتر "اللون البنفسجي" وحتى 600 نانومتر "اللون البرتقالي"

5. تتحمل فرق جهد قد يصل إلى 100 فولت أو أكثر

وكما تعلمنا سابقا، فليس هناك شيء كامل في الحياة، فكما أن لكل عنصر إلكتروني إيجابيات فله أيضا سلبيات ونقاط ضعف، يمكن اختصارها بمايلي :

1. تختلف قيمة مقاومتها من قطعة لأخرى فهي ليست دقيقة حتى وإن كانت منتجة من نفس الشركة المصنعة وتحمل نفس الرقم! فنسبة الخطأ فيها عالية جدا وقد تصل إلى 50%!! مما يعني أنه لا يمكن الاعتماد عليها فعليا في قياس شدة الإضاءة بشكل دقيق بل فقط تنحصر تطبيقاتها في التأكد من وجود الضوء من عدمه .

2. ليس لها القدرة على تحسس كافة الأطوال الموجية، ما يعني أنه لا يمكننا تحسس وجود ضوء ذي طول موجي قيمته أكثر من 600 نانومتر

كيف يمكن اختبار المقاومة الضوئية ومعرفة أنها تعمل بشكل صحيح؟

أحضروا الملتيميتر "جهاز القياس" وقوموا باختيار مقياس المقاومة ومن ثم أوصلوا طرفي الملتيميتر بالمقاومة الضوئية كما هو واضح في الشكل التالي :

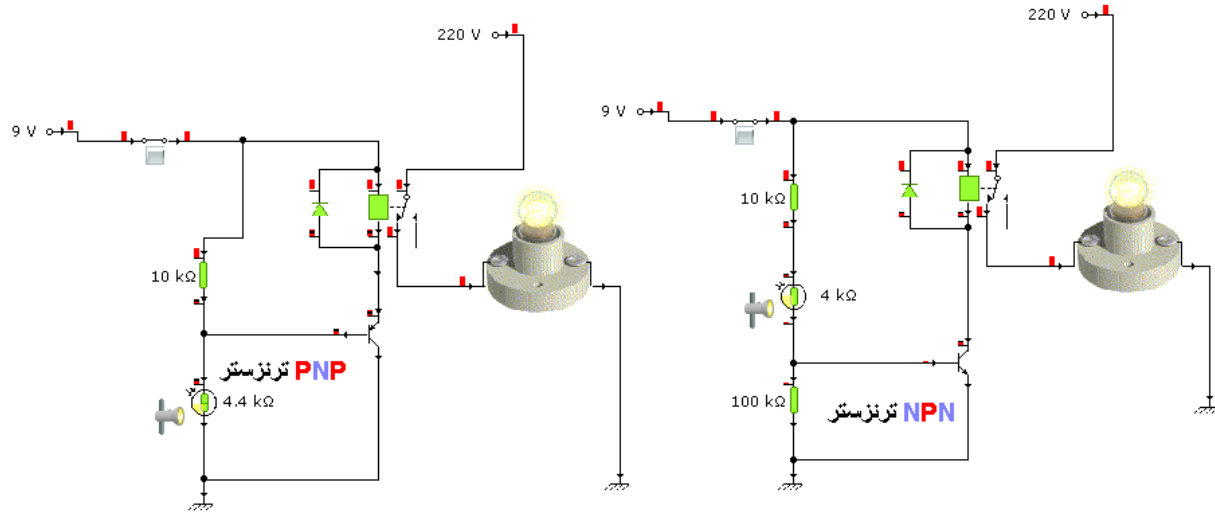


لاحظوا تغير قيمة المقاومة بعد تغطيتها بقطعة قماش سوداء: ستجدون أن القيمة ستتغير بشكل كبير من الكيلو أوم وحتى الميجا أوم .



هل يمكن أن تعمل المقاومة الضوئية مباشرة مع الجهد المتناوب المنزلي ك 220 فولت مثلاً؟ أم أنها مخصصة فقط للتعامل مع الجهد المستمر؟ وهل هناك دارة يمكنني اعتمادها لهذا التطبيق؟

كما عرفنا فإن المقاومة الضوئية هي مقاومة عادية فبالتالي يمكننا استخدامها في التعامل مع الجهود المستمرة أو المترددة بشرط أن يتم التأكد من ملف المواصفات الفنية الخاص بالمقاومة الضوئية الذي سيوضح أقصى قيمة جهد يمكن أن يطبق على طرفي المقاومة. وبشكل عام، فإن المصمم المحترف للدارات دائماً ما يحاول أن يعزل دارته الإلكترونية عن الجهود المتناوبة أو العالية وذلك من خلال عناصر كالعوازل الضوئية أو المرحل "الريلاي" بحيث يتم تحسس الضوء واتخاذ القرار إلكترونياً ضمن الجهود المنخفضة كجهد بطارية 9 فولت مثلاً، ويتم وضع الحمل على الريلاي ليكون معزولاً تماماً عن الدارة الرئيسية. فإذا أردنا التحكم في إضاءة المنزل مثلاً أو تشغيل أي جهاز كهربائي بتحسس الضوء المحيط، كفتح الستائر عند شروق الشمس أو إضاءة المصابيح عند حلول الظلام. يمكننا استخدام هذه الدارة التي ستعمل على تشغيل المرحل "الريلاي" عند سقوط ضوء على المقاومة الضوئية. فهذه الدارة حساسة للضوء، وإذا أردنا تشغيلها كحساس للظلام فما عليكم إلا تغيير موقع المقاومة الضوئية بحيث تكون بين القاعدة والأرضي .



هل هناك رقم معين لمقاومة ضوئية شهيرة كي نتمكن من شرائها؟

نعم يمكنك استخدام رقم PDV- P9004 وللحصول على ملف المواصفات الفنية الخاص بها اضغطوا [هنا](#) . ولشرائها يمكنكم التوجه لموقع [ديجي كي](#) مباشرة وإدخال ذلك الرقم .

حسنا ، إليكم مشروعا يعتمد على المقاومة الضوئية باستخدام الأردوينو: تصميم بسيط للمصممة لي مور بالإضافة لشفرة البرنامج من [هنا](#) .

بعض المصادر :

1. [تطبيقات المقاومات الضوئية](#)

2. [المصممة لي مور](#)

3. [منتدى القرية الإلكترونية](#)



الانتفاخ الغريب!

صوت منبهات سيارات الإسعاف بدأ يملأ المكان ! ما الأمر في هذه الساعة المبكرة من الصباح؟

اصطف الفضوليون حول سيارة الإسعاف محاولين معرفة ما يجري هناك . حينها خرج المسعفون من السيارة، وفتحوا الأبواب الخلفية، سحبوا النقالة للخارج فوضعوا المريض فوقها وهو مغطى بغطاء أبيض يغطي جسده النحيل... نعم فلقد كان نحيلاً للغاية!

لكن كان هناك أمر غريب أثار انتباه الفضوليين، فما هذا الانتفاخ الغريب الذي يبدو مختفياً تحت الغطاء ؟

اقترب الناس محاولين بفضولهم أن يعرفوا من هو ذلك الشخص صاحب الجسم النحيل والذي يعاني من انتفاخ كبير، وحينها ركض المسعفون بسرعة نحو غرفة الإسعاف ساحبين نقالتهم وبها

صاحبنا النحيل، ولحقهم الفضوليون بكاميرات جوالاتهم كي يتناقلوا خبر ذلك النحيل. حضر الطبيب المناوب، وطلب من الممرضين إزاحة الغطاء ، وهنا بدأ الفضوليون استراق النظر من خلال الشبابيك بعضهم فوق بعض . وشيئا فشيئا، ظهر صاحب الجسم النحيل، وانكشف للناس ذلك الانتفاخ .

علامات تعجب!! فلماذا هذا الانتفاخ في هذه المنطقة من الجسم؟ هل هو مرض عضال؟ أم ماذا بالضبط؟ انظروا إلى الصورة التالية التي تم تسريبها من أحد أولئك الفضوليين:



نعم إنه صاحب الجسم النحيل والانتفاخ الكبير.. إنه أحد أنواع أسلاك المنفذ التسلسلي العام (USB) التي اعتدنا استخدامها ولا نعلم سبب انتفاخ نهايتها. لتتعرف على شرح مبسط بداية من خلال هذا الفيديو :



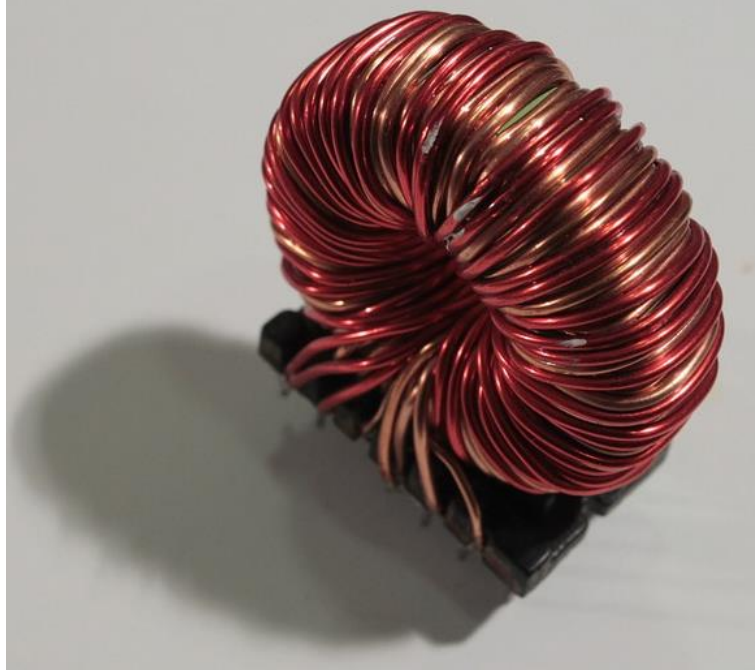
غالبا ما نستخدم أسلاك USB وعند التدقيق سنلاحظ وجود هذا النوع الغريب في آخر السلك. وهذا الانتفاخ كما شاهدنا في الفيديو فهو مجرد مرشح "فلتر" للترددات العالية التي قد تنتج بسبب مرور البيانات أو التيار داخل السلك .

لماذا نرشح الترددات؟

الجواب ببساطة لأننا يجب أن لانشوش على الأجهزة الأخرى القريبة من السلك والتي قد تتأثر بسبب وجود هذه الترددات مما يؤدي إلى حدوث خلل في عمل تلك الأجهزة . فالهدف إذا هو منع تداخل الموجات أو الترددات إن صح التعبير وذلك لأن سلك اليو إس بي في هذه الحالة سيكون بمثابة الهوائي الذي يطلق هذه الترددات في الهواء ويعمل على التشويش على الأجهزة الأخرى. وتجدر الإشارة إلى أن أي جهاز إلكتروني يحتوي داخله على مصدر للترددات "مثل جهاز الحاسب الآلي، الجوال، الخ" فإنه يعتبر مصدر للتشويش إذا تم وصل أي هوائي "سلك يو إس بي مثلا" به. فلذلك تصدر دائما لوائح تلزم المصنعين بأن يقللوا من تلك الترددات والانبعاثات الصادرة عن أجهزتهم وهناك منظمات تحكم أقصى كمية يمكن للجهاز إطلاقها .

ومم يتكون هذا الفلتر أو الانتفاخ؟

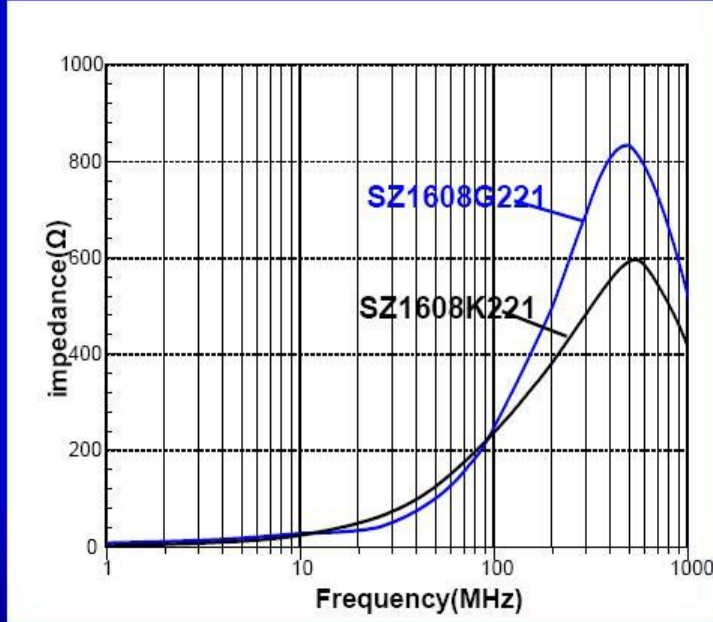
هذا الانتفاخ هو عبارة عن سلك ملفوف على قلب مصنوع من مادة الفيراييت "وهو مادة شبه مغناطيسية" كما في الشكل التالي :



ما هو مبدأ العمل؟

مايقوم به هذا الملف الموجود حول قالب الفيريت هو أنه مرشح للترددات .دعونا نطلق تجاوزا مسمى حبابة الفيريت على هذه القطعة التي يمكن تشبيهها بمقاومة تعتمد قيمتها على التردد المار من خلالها، فكلما زاد التردد زادت المقاومة وبالتالي قل التشويش. وكلما قل التردد انخفضت المقاومة وبالتالي سيتمكن التردد المنخفض المسموح له من الانتقال عبر الملف. انظروا للرسم البياني الذي يوضح زيادة الممانعة مع زيادة التردد المار خلال الحبابة

Impedance vs. Frequency Characteristics



ماهي أسس اختيار حبابة الفيريت؟

لابد من الأخذ بعين الاعتبار التردد الذي نحن بصدد منعه . كما يجب التنبه للمقاومة المستمرة وأقصى تيار يمر في الحبابة كي يتم الاختيار بالطريقة الصحيحة .

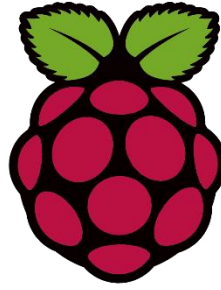
هل يمكننا الاستغناء عن ذلك النوع المنتفخ من الأسلاك؟ سواء كانت يو إس بي أم غيرها؟ مثلا تلك التي تكون في شاحن اللابتوب؟

بالتأكيد نعم فهو لن يؤثر بشكل واضح على عمل جهازك وبإمكانك الاستغناء عنه واستخدام أي نوع آخر . قائمة ببعض المصادر :

1. [ويكيبيديا](#)

2. [تطبيقات](#) : ملف يوضح كيفية اختيار أنواع الفيريت المختلفة

3. [فيريت بيد](#) : ملف رائع وبه شرح واف عن هذا الموضوع



العتاد المفتوح

قضية مهمة أخذت حيزا إعلاميا ضخما في السنوات الخمس الأخيرة . **العتاد المفتوح المصدر** أو **المتحكمات ذات المصادر المفتوحة**، كما يروق للبعض تسميتها، هي محاولة واعدة من هواة الإلكترونيات حول العالم لجعل التصاميم الإلكترونية مفتوحة المصدر كما هو الأمر بالنسبة للعديد من التطبيقات البرمجية المفتوحة المصدر مثل لينوكس . فلقد بدأ الحديث فعليا عن هذا المجال في أمريكا حتى بدأت العدوى تنتشر في أوروبا واليابان والمناطق الأخرى، فظهرت لدينا العديد من المنتجات التي تعتمد مبدأ المصادر المفتوحة . فلقد ابتدع هواة مبدأ يحاولون من خلاله منع نشر التصاميم "المغلقة" أو التي لم تعرف هويتها أو تفاصيلها الداخلية.

فما هو المقصود بذلك؟

نعني بمصطلح العتاد المفتوح المصدر أنه عند القيام بأي تصميم إلكتروني لأي دائرة فلا بد من نشر كافة تفاصيل التصميم كقيم العناصر المستخدمة، شيفرة برنامج، حسابات متعلقة بالتصميم، الخ. بحيث يتمكن أي شخص من إعادة تعديل التصميم واستخدامه بالشكل الذي يحلو له .

حسنا..والفائدة من نشر التصاميم مجانا دون مقابل؟

الحقيقة فإن الجواب ذو شقين: الجانب الأول هو الحرص على خدمة المجتمع بنشر العلم وتمكين أكبر شريحة ممكنة من ممارسة التقنية بالطريقة السليمة. الجانب الثاني وهو قد يبدو اقتصاديا

ربحيا، فلكما انتشرت دارة معينة كالأردوينو مثلا ستبدأ شركات كبيرة بالعمل وأخرى صغيرة وأفراد كثر لتتسع دائرة المستفيدين ماليا وهو أمر محمود لتنمية اقتصاد الدول وحث الشباب على عدم الاعتماد على الوظيفة بل الانطلاق للعمل الحر. وكما [تقول](#) المصممة [ليمور فريد](#)، فإن الهدف حقيقة هو بناء قيمة اجتماعية بين المصممين كي يتمكنوا جميعا من المشاركة في بناء تصاميم ذات جودة عالية وليتم تبادل الأفكار وتناقحها بين المصممين في العالم أجمع. فمن خلال نشر المعلومة المجانية نكون قد ساهمنا في تفعيل هذه الفكرة الرائدة.

حسنا..ولكن من الذي سيضمن حقوق الملكية الفكرية؟ وكيف إذا تم سرقتها؟

تذكروا أننا هنا نتحدث عن تصاميم في مستوى الهواة ولسنا نتحدث عن تطبيقات صناعية أو منتجات استهلاكية لشركة معروفة، فكل ما هنالك أننا نوفر معلومة تخص منتجات ليس لها علاقة بالشركات. ومن جهة أخرى، فإن العمل لا يزال جار لوضع أسس تحكم عملية نشر المعلومة عن طريق موقع [Creative Commons](#) الذي يقوم بصياغة نظم تحفظ حق الناشر وتوفر المعلومة المجانية في نفس الوقت .

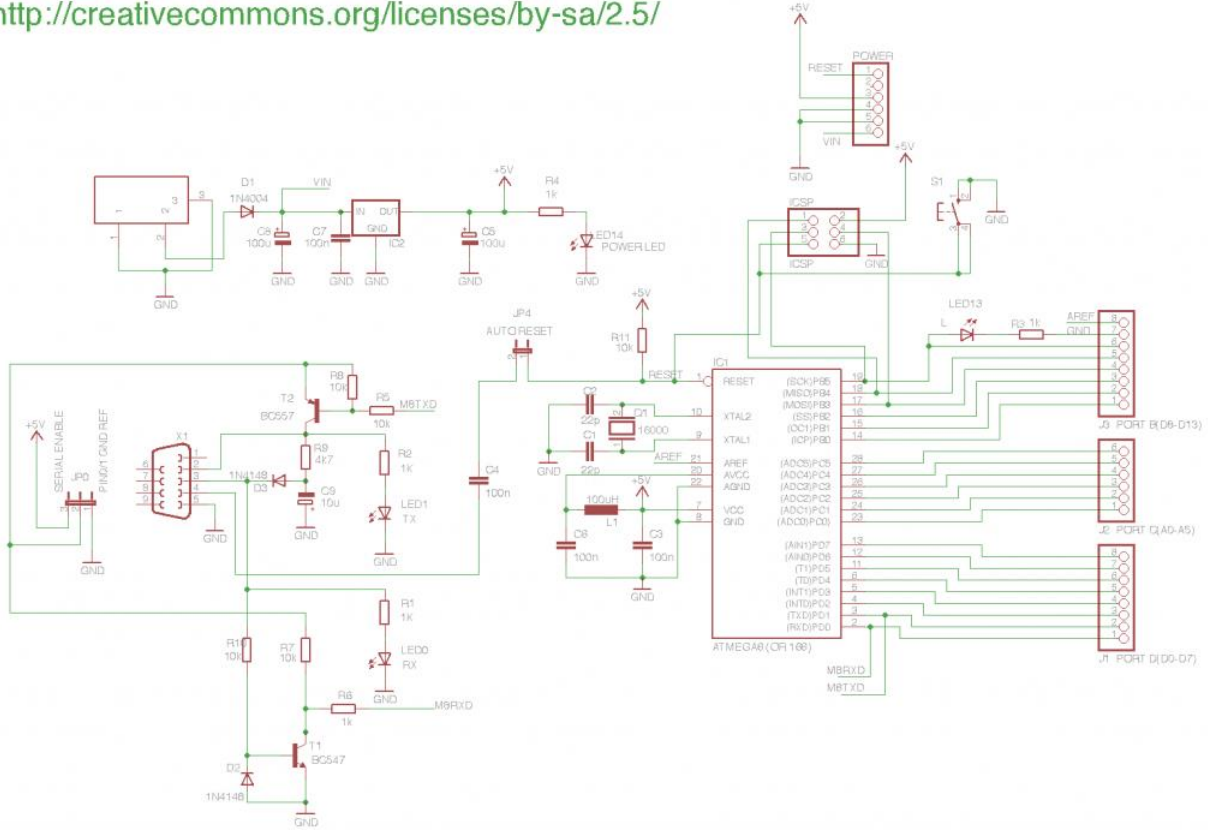
وأين يمكنني أن أجد عتادا مفتوح المصدر؟ وكيف أجد تطبيقات في هذا المجال؟ دارات عملية مثلا؟

أفضل وأشهر مثال هو لوحة اختبار [الأردوينو](#) .وهي لوحة مطبوعة تم انتاجها في إيطاليا سنة 2005 كحل لمشاريع الطلاب، وتطورت شيئا فشيئا وحاليا يتم تصنيعها من قبل شركة تسمى Smart Projects .يوجد عليها متحكم من شركة Atmel وبه عدد من المداخل والمخارج المنطقية والتماثلية، وهناك سلك USB ليتم برمجة المتحكم من خلاله عند وصل اللوحة بالحاسب. وكل المداخل والمخارج متصلة بمفاتيح سهلة الوصول كي تسهل على المستخدم استغلالها في تصاميمه. الدارة الكاملة للوحة الأردوينو موضحة في الأسفل :

Arduino S3v3 Revision 2

Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>



وماهي مواصفات لوحة اختبار الأردوينو؟ ماهي مواصفات المتحكم؟

المتحكم	ATmega328
جهد التشغيل	5V
جهد المصدر	7- 12V
جهد المصدر (الأقصى)	6- 20V
المدخل والمخرج	14 (of whi ch 6 provi de PWMout put)
المدخل التماثلية	6
التيار المستمر لكل مدخل	40mA

التيار المستمر لكل مدخل 3.3 فولت	50mA
Flash Memory	32KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by boot loader
SRAM	2KB (ATmega328)
EEPROM	1KB (ATmega328)
سرعة المعالج	16MHz

بناء على ما تقدم يمكن للمصمم أن يقوم ببناء لوحة اختبار الأردوينو خاصته بطريقته المفضلة اعتمادا على الدارة الموضحة أعلاه. وإليكم [الخطوات التفصيلية](#)، أو يمكن شراؤها من الموقع الرسمي للأردوينو من [هنا](#)

ومن أين نبدأ تعلم الأردوينو؟

أفضل ما قرأته حقيقة هو للمصممة ليمور فرايد على موقعها الشخصي من [هنا](#)، فهو يحتوي سلسلة أكثر من رائعة كافية لتعليمك الخطوات الأساسية لخوض عالم الأردوينو. والحقيقة نصيحتي لكل من يتطلع لتعلم المتحكمات الدقيقة هي أن يبدأ بالأردوينو وذلك لسهولة تعلمه وكثرة مصادره الموثوقة التي يمكن الاعتماد عليها في بناء مشاريع مميزة. فعالم الأردوينو ما هو إلا مجال من مجالات المتحكمات الدقيقة التي صنعها الهواة .

وهل عالم الأردوينو هو المثال الوحيد للعتاد المفتوح؟

بالطبع لا! فهناك أمثلة أخرى على الساحة مثل لوحة [Beagle](#) . فهذه اللوحة تم تطويرها من قبل شركة تكساس فهي تستخدم متحكم [OMAP3530 processor](#)

ومؤخرا غزت لوحة فطيرة التوت Raspberry Pi السوق وصارت منصة جديدة لهواة العتاد المفتوح. طبعاً لن أفصل كثيراً بل سأترك المجال للكاتب المحترف عبدالله علي عبدالله من خلال هذا [الرابط](#) حيث أنه أبدع بتأليفه لكتاب أكثر من رائع لهواة الـ راسبري باي. كما أنه له كتابا آخر عن

[الأردوينو](#). ما يميز لوحة التوت عن الأردوينو أنها مبنية على معالج وليس مجرد متحكم بسيط بالإضافة لامتلاكها معالج رسومات ومدخل مخصص للكاميرا وآخر كمخرج للصوت. تطبيقاتها تفوق مستوى الأردوينو خصوصا في ناحية المرئيات ومعالجة الصور والوسائط المتعددة. بها مدخل إيثرنت ومداخل USB. تم في نهاية 2015 طرح نسخة مصغرة منها بسعر 5 دولار! لاننس أن نشير إلى أنها تعتمد على الينكس في برمجتها فنواة معالجها مبنية على هذا الأساس.

هل لديك قائمة بأهم المصادر التي يمكننا الاستفادة منها لتعلم وتطبيق مشاريع أردوينو؟

[موقع أردوينو ببساطة](#)

[الموقع الرسمي للأردوينو](#)

[سلسلة دروس تعلم الأردوينو من المصممة لي مور](#)

[موقع يضم مشاريع الأردوينو](#)

قائمة بالمصادر والمراجع

هذه قائمة بأغلب المصادر التي استفدت كثيرا منها وأنصح بمتابعتها، البعض منها يحتوي كتباً تعليمية مفتوحة المصدر، وبعضها يحتوي مشاريع مجانية، والبعض منها قنوات يوتيوب لهواة تصميم، وأخرى تحتوي دورات تعليمية أو ملفات تطبيقية من الشركات الشهيرة.

1. <http://librebooks.org> كتب عربية حرة
2. <http://www.el-etorial.com> الهندسة الكهربائية والإلكترونية
3. <http://www.ev-center.com> القرية الهندسية
4. <http://www.atadiat.com> عتاديات
5. <https://www.youtube.com/user/EEVblog>
6. <https://www.youtube.com/channel/UCKxRARSpahF1Mt-2vbPug-g>
7. https://www.youtube.com/channel/UCiqd3GLTIuk2s_Ibt7p_LjA
8. <https://www.youtube.com/user/s4myk>
9. <http://www.ti.com/apps/docs/apptechdoc.tsp?applied=120&viewType=mostuseful&docCategoryId=1>
10. http://www.analog.com/library/analogdialogue/application_notes.html
11. <http://www.microchip.com/wwwcategory/TaxonomySearch.aspx?show=Application%20Notes&ShowField=no>
12. <https://www.raspberrypi.org>
13. <http://beagleboard.org/bone>
14. <https://www.hackster.io>
15. <http://makezine.com>
16. <http://www.instructables.com>
17. <https://www.arduino.cc>

/https://www.ifixit.com	.18
/https://learn.adafruit.com	.19
https://learn.sparkfun.com/?_ga=1.121128588.502260392.1452272091	.20
/http://www.seeedstudio.com/depot	.21
/http://www.esp8266.com	.22
/http://fritzing.org/learning	.23
/https://upverter.com/learn/ar/learn-electronics	.24
https://www.youtube.com/user/mikeselectricstuff/videos	.25