التيار الكهربي وقانونا كيرشوف

شدة التيار الكهربي

القانون:

$$I = \frac{Q}{t} = Q \times f = \frac{N.e}{t}$$

وحدة القياس:

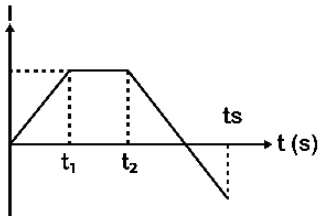
الأمبير

$$A = C / S = C.s^{-1}$$

ملحوظة

عند اعطاء رسم بياني يمثل العلاقة بين شدة التيار المار عبر مقطع من موصل (I) والزمن (t)

فإن الشحنة الكلية (Q) = المساحة تحت المنحني



فرق الجهد الكهربي

القانون:

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{P_W.t}{N.e} = IR$$

وحدة القياس:

الفولت

$$V = J / C = J.C^{-1}$$

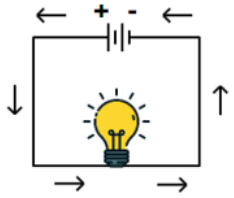
ملحوظة

التيار الكهربي يمر من الجهد الأعلي للجهد الأقل خارج المصدر ويمر من الجهد الأقل للجهد الأعلي داخل المصدر

اتجاه مرور التيار الكهربي

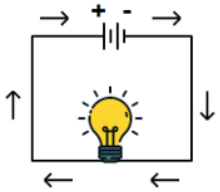
الاتجاه التقليدي (الاصطلاحي)

اتجاه حركة الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر



الاتجاه الفعلي (الإلكتروني)

اتجاه حركة الالكترونات (الشحنات السالبة) من القطب السالب الي القطب الموجب خارج المصدر



المقاومة الكهربية

القانون:

$$R = \frac{\rho_e L}{A} = \frac{L}{\sigma A} = \frac{V}{I}$$

وحدة القياس:

الأوم Ω

تعتمد على:

طول الموصل (طردي) – مساحة المقطع (عكسي) – نوع المادة – درجة الحرارة (طردي)

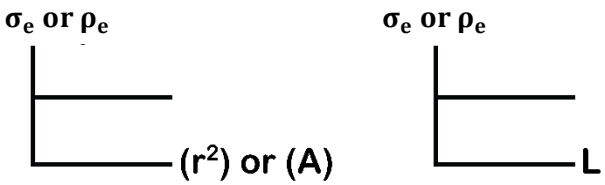
ومش بتتأثر بتغير فرق الجهد أو شدة التيار

ملحوظة

المقاومة لما تتغير تغير التيار لكن التيار لو اتغير ميأثرش في المقاومة

المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربية

المقاومة النوعية ρ_e	التوصيلة الكهربية σ
تتوقف فقط على	
نوع المادة	درجة الحرارة
قانونها ووحدة قياسها $\rho_e = \frac{RA}{l} \rightarrow \Omega.m$	قانونها ووحدة قياسها $\sigma = \frac{l}{RA} \rightarrow \Omega^{-1}.m^{-1}$



ومش بيتأثروا بتغير الطول أو المساحة

المقارنة بين مقاومتين

1- في حالة عدم حدوث سحب أو تشكيل:

1- بيلعب علي عنصر واحد بس في القانون $R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e l}{\pi r^2}$ و المقاومة بتتغير علي اساسه

2- بيطلب النسبة بين المقاومة قبل و بعد التغيير و دي بتكون تعويض مباشر في القانون

1- لو مادتين مختلفين

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e1} L_1 A_2}{\rho_{e2} L_2 A_1} = \frac{\rho_{e1} L_1 r_2^2}{\rho_{e2} L_2 r_1^2}$$

2- لو نفس المادة

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1 A_2}{L_2 A_1} = \frac{L_1 r_2^2}{L_2 r_1^2}$$

2- في حالة حدوث سحب أو تشكيل:

1- بيطلب النسبة بين المقاومة قبل وبعد السحب بإنه يقول زاد الطول إلي الضعف مثلاً و بنحلها من القانون

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1 A_2}{L_2 A_1} = \frac{L_1 r_2^2}{L_2 r_1^2} = \frac{(L_1)^2}{(L_2)^2} = \frac{(A_2)^2}{(A_1)^2} = \frac{(r_2)^4}{(r_1)^4}$$

1- مقادر الزيادة في الطول يقابلها نقص في المساحة والعكس و ده بسبب ثبوت حجم القطعة قبل و بعد السحب

2- النسبة بين الأقطار كالنسبة بين أنصاف الأقطار

2- لو قال زاد الطول بمقدار ..... بنجمع النسبة على الطول الأصلي عشان نجيب الطول بعد الزيادة

$$L_2 = L_1 + (\text{النسبة الجديدة} \times L_1)$$

وبنكمل الحل بإننا نجيب مقدار النقص في المساحة ونعوض في القانون

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1 A_2}{L_2 A_1} = \frac{L_1 r_2^2}{L_2 r_1^2} = \frac{(L_1)^2}{(L_2)^2} = \frac{(A_2)^2}{(A_1)^2} = \frac{(r_2)^4}{(r_1)^4}$$

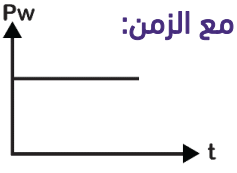
القدرة والطاقة الكهربية

القدرة الكهربية

القانون: $P_W = \frac{V^2}{R} = I^2 . R = V.I = \frac{W}{t}$

وحدة القياس: $watt = J.s^{-1}$

العلاقة مع الزمن:

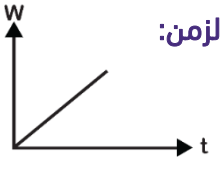


الطاقة الكهربية

القانون: $W = Pw.t = V.I.t = \frac{V^2}{R} . t = I^2 . R . t$

وحدة القياس: $Joul = V.Q$

العلاقة مع الزمن:



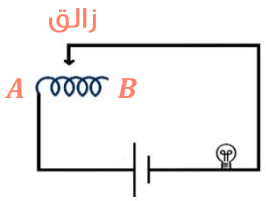
الزالق

1- زالق ريوستات:

حركة الزالق في أي اتجاه تغير من قيمة المقاومة بالتالي تؤثر على قيمة التيار وقراءة أي أجهزة في الدائرة

لما بنقرب ناحية الجزء الثابت (A) مقاومة الريوستات تقل لحد ما تبقى صفر لما نوصل عند A

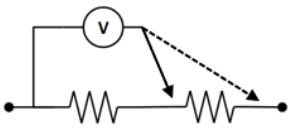
عند منتصف الريوستات



$$\therefore R = \frac{1}{2} R_t$$

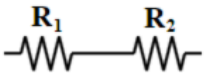
2- زالق جهاز:

حركة الزالق في أي اتجاه لا تغير من قيمة المقاومة بالتالي لا تتأثر قيمة التيار ولكنها تغير من قراءة الجهاز الملحق بالزالق



التوالي والتوازي

التوالي



تعويذة التعديل على الرسم:

- نمسح من بداية أول مقاومة لنهاية اخر مقاومة
- نشعبط مقاومة بالرقم الجديد

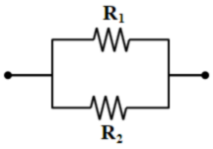
القوانين:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

إذا كانت المقاومات متساوية

$$R_{\text{توالي}} = N \times R$$

التوازي



تعويذة التعديل على الرسم:

بمسح واحدة من نقطة البداية لنقطة النهاية وأغير رقم المقاومة التانية

القوانين:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

إذا كانت المقاومات متساوية

$$R_{\text{توازي}} = \frac{R}{N}$$

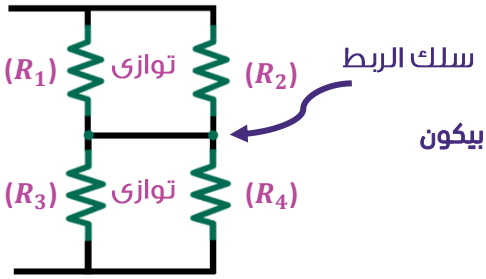
لو عندنا مقاومتين غير متساويتين

$$R_{\text{توازي}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

الأسلاك

1- سلك الربط:

هو سلك عديم المقاومة و بيربط بين نقطتين و يجعلهم كنقطة واحدة و مش بيكون توازي مع أي مقاومة ولا بيلغي أي مقاومة



2- سلك الإلغاء:

هو سلك عديم المقاومة و لازم يكون توازي مع المقاومة و بيمر فيه التيار ولا يمر فيها فتتلغي " المقاومة اللي مبيدخلهاش تيار طُخها بالنار"

المفاتيح

مفتوح

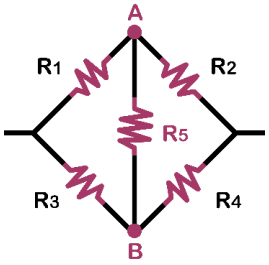
امسح الفرع كله

مغلق

بدل المفتاح بسلك فاضي

متنساش تراجع حالات المفاتيح كلها من كتاب الشرح

القنطرة

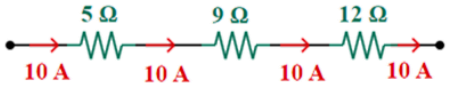


1- ولا فيه توالي ولا توازي

2- فرق الجهد بين AB بصفر $\frac{R_1}{R_2}=\frac{R_3}{R_4}$ فلا يمر تيار كهربي في المقاومة R_5 و تتلغي

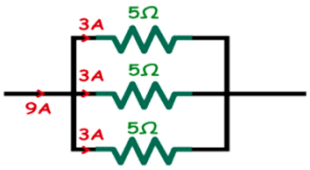
تجزئة التيار

1- على التوالي



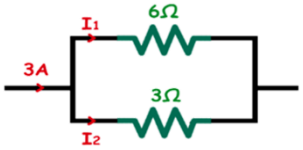
التيار قيمته ثابتة

2- على التوازي (مقاومات متساوية)



التيار هيتجزأ بالتساوي على المقاومات

3- على التوازي (مقاومات مختلفة)



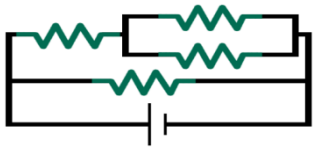
التيار هيتجزأ بالتساوي على المقاومات

قانون تجزئة التيار:

$$I_{\text{الفرع}}=\frac{I_{\text{اللى هيتجزأ}}\times R_{\text{توازى الأفرع}}}{R_{\text{الفرع}}}$$

تعويذة

دائرة كاملة

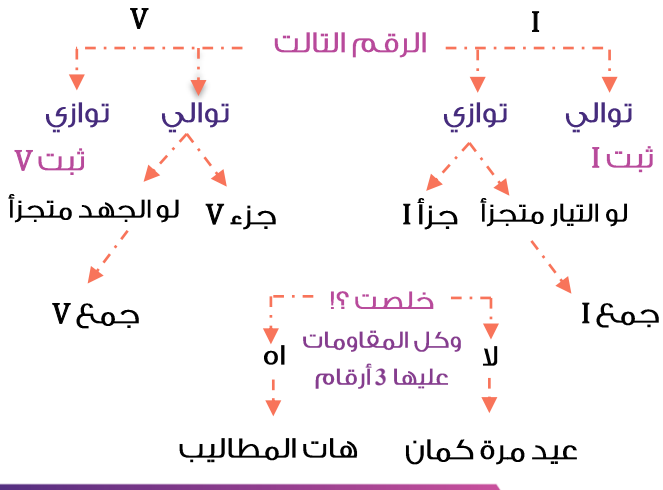


1. هات R_t مع رسم كل خطوة
2. هات $I_t=\frac{V_B}{R_t}$
3. جزأ التيار على كل المقاومات فى كل الرسومات " ابدأ باخر رسمة "
4. هات المطاليب " خطوة العيال التوتو "

جزء من دائرة

1. تبدأ منين؟

من المقاومة اللي عليها رقمين وهات الرقم التالت

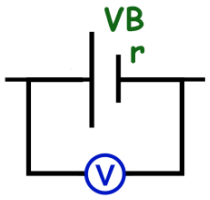


الأشكال الهندسية

لتشكيل سلك على هيئة شكل هندسي منتظم "أضلاعه متساوية" وعاوز المقاومة المكافئة:

بنجيب مقاومة كل ضلع الأول $R_{ضلع} = \frac{R_{سلك}}{عدد\ الأضلاع}$ وبعدين المقاومة المكافئة بعد توصيل المصدر بين اي نقطتين

قانون أوم للدائرة المغلقة

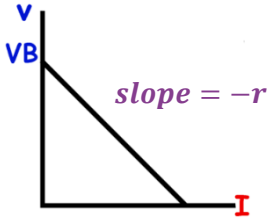


$$V_B = V_{خارج\ المصدر} + V_{داخل\ المصدر}$$

$$V_B = I_t R_t + I_t r = I_t(R_t + r)$$

$$I_t = \frac{V_B}{R_t + r}$$

$$V_{خارجي} = V_B - (Ir)$$



ملحوظة

فرق جهد بين قطبي العمود بيساوي القوة الدافعة الكهربية في 3 حالات:

1- عدم وجود مقاومة داخلية

2- الدائرة مفتوحة بالتالي مفيش تيار

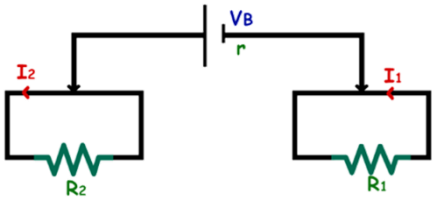
3- زيادة مقاومة الدائرة إلي قيمة كبيرة حتي ينعدم التيار في الدائرة

الكفاءة والهبوط في الجهد

1- كفاءة البطارية $= 100 \times \frac{R}{R+r} = 100 \times \frac{V_B - Ir}{V_B} = 100 \times \frac{IR_t}{V_B} = 100 \times \frac{V}{V_B}$

2- الهبوط في الجهد $= 100 \times \frac{r}{R+r} = 100 \times \frac{Ir}{V_B}$

البطارية الشقية



توصيل بطارية مجهولة بمقاومتين مختلفين ليمر بهم تيارين مختلفين ليكونا متعادلين

$$V_B = I_1(R_1 + r) \quad , \quad V_B = I_2(R_2 + r)$$

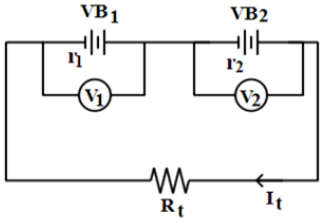
حل المعادلتين جبرياً.

$$I_2(R_2 + r) = I_1(R_1 + r)$$

دائرة بها أكثر من بطارية

توصيل أمامي

تستخدم للحصول على قوة دافعة كهربية كبيرة من عدة بطاريات صغيرة



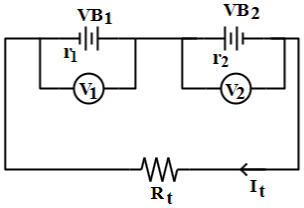
$$I_t = \frac{V_{B_1} + V_{B_2}}{R_t + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = V_{B_1} - Ir_1 \quad , \quad V_2 = V_{B_2} - Ir_2$$

توصيل عكسي

1- البطارية الكبيرة بتفرغ والصغيرة بتشحن

2- البطارية اللي التيار هيبقى طالع من القطب الموجب بتاعها تبقى دي تفريغ لو داخل عالموجب تبقى شحن



بفرض أن $V_{B1} > V_{B2}$

$$I_t = \frac{V_{B_{ك}} - V_{B_{ص}}}{R_t + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = V_{B_1} - Ir_1 \quad , \quad V_2 = V_{B_2} + Ir_2$$

إضاءة المصابيح والقرار

1- مقارنة بين مصباحين أو أكثر من مصباح:

1- المصابيح متماثلة: دور على التيار بس وهتكون $P_w \propto I$

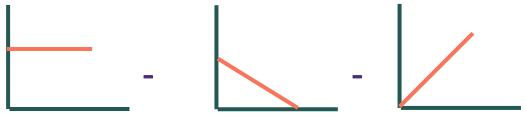
2- المصابيح مختلفة:

1- على التوالي: التيار بيكون ثابت $P_w = I^2 \times R$ ⟵ $P_w \propto R$

2- على التوازي أو نفس المصدر: فرق الجهد بيكون ثابت $P_w = \frac{V^2}{R}$ ⟵ $P_w \propto \frac{1}{R}$

2- اسئلة القرار:

السؤال اللي اجابته (تزداد – تقل – تظل ثابتة)

او ()

سواء هيسألك بقي عن أميتر عن فولتميتر عن قدرة عن شدة أضاءة هي طريقة واحدة

1) شعلق فولتميتر على الفرع اللي فيه السؤال

2) اتأكد انه تمام " مفيش معاه توازي ريوستات / مقاومة مع مفتاح " (متنساش تراجع ع أماكن الفولتميتر من كتاب الشرح)

ولو فيه ← انقله

3) هات قانون واعرفْ علاقته بالتيار (طردي / عكسي / لا يعتمد عليه)

4) شوف الاكشن ← R_t ← عكسي ← I ← V

طردي ←

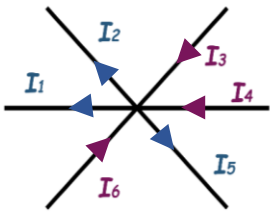
عكسي ←

ثابت ←

5) اللي يقولك عليه الفولتميتر هو اجابة السؤال

كيرشوف الأول

تطبيق قانون حفظ الشحنة



الصيغة الرياضية: في أتنين

$\sum (I)_{\text{الداخلة}} = \sum (I)_{\text{الخارجة}}$

$I_1 + I_2 + I_5 = I_3 + I_4 + I_6$

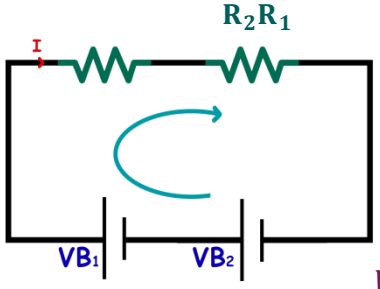
$\sum (I)_{\text{الجبرى}} = 0$

نفرض أن التيار الداخل للنقطة تكون إشارته موجبة والتيار الخارج من النقطة تكون إشارته سالبة

$I_1 + I_2 + I_5 - I_3 - I_4 - I_6 = 0$

كيرشوف الثاني

تطبيق قانون بقاء الطاقة



الصيغة الرياضية: في أتنين

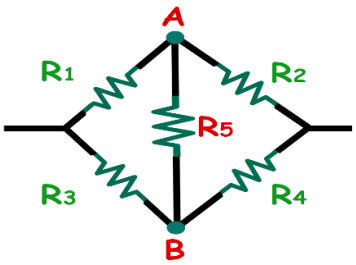
$\sum V_B = \sum IR$

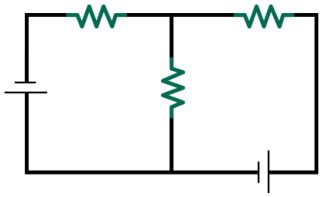
$V_{B\,1} + V_{B\,2} = IR_1 + IR_2$

$\sum (V)_{\text{جبرى}} = 0$

$V_{B\,1} + V_{B\,2} - IR_1 - IR_2 = 0$

تعويذة حل كيرشوف





لازم تتأكد الأول إن المسألة كيرشوف، واسألها انتى كيرشوف ولا لأ؟؟ وهتعرف منين؟

1) (دايرة مكلكعة)

لو وصلت لنقطة معقدة و أنت بتجيب المقاومة المكافئة، ولا فيها توالي ولاتوازي ولا R تتلغي $\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4}$

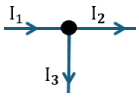
2) البطاريات (متكونش توالي)

يكون فيه أكتر من بطارية في أفرع مختلفة ومينفعش تختصرهم (يعنى مش توالي مع بعض عشان نقدر نجمعهم او نطرحهم)

خطوة منهم اتحققت واتأكدت إنها كيرشوف؟ (التعويذة)

1) هنختزل المقاومات اللي ممكن نختزلها (توالي وتوازي)
2) نفرض اتجاهات للتيارات في الأفرع، وهى اتجاهات ليست أكيدة (ممكن تبقى صح أو غلط)
3) هنعد عدد المجاهيل في الدائرة سواء ($V_B - I - R$) وغالباً بيكونوا 3 مجاهيل
4) هنكون عدد من المعادلات بيساوي عدد المجاهيل

المعادلة الأولى ← هنستخدم القانون الأول



(عند نقطة تفرع زي دي

المعادلة الثانية والتالتة ← هنستخدم القانون الثاني

5) هنحل المعادلات دي مع بعض لإيجاد قيم المجاهيل
6) هنجيب المطاليب (خطوة العيال التوتو)

كيرشوف لأكتر من 3 مجاهيل

اول ما تلاقي سؤال كيرشوف فيه اكتر من 3 مجاهيل أعرف انه هياخدك لحاجة من اتنين

1- نسب: هيطلب منك انه عاوز نسبة $\frac{V_{B2}}{V_{B1}}$ مثلاً

واتعامل معاه ازاي؟؟

هات معادلة لكل عنصر من عناصر النسبة في المسار الخاص بيها وهتمشي معاك فل

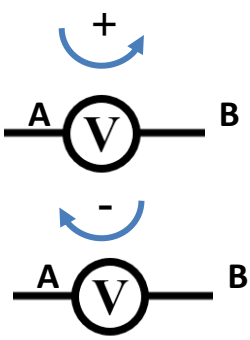
يعني معادلة فيها V_{B1} بس مجهول ومعادلة فيها V_{B2} بس مجهول

2- رموز: هيديك معطي بعيداً عن معطيات الشكل و بمجرد ما تعوض بيه علي الرسم و تفرض مسارات عشان تجيب المجاهيل هتلاقي السؤال بيمشي معاك

فرق الجهد بين نقطتين

1) كيرشوف (فرق الجهد بين نقطتين):

طبق القانون: $\Sigma V_B = \Sigma IR \pm V_{AB}$



1- لو المسار المفروض ماشي في الفولتميتر من A إلي B (تبقا الإشارة موجبة).

2- لو المسار المفروض ماشي في الفولتميتر من B إلي A (تبقا الإشارة سالبة).

2) لحساب القدرة فى كل مقاومة: هنستخدم القوانين دى عادى

$$P_W = I.V = I^2.R = \frac{V^2}{R}$$

3) القدرة المستهلكة = قدرة المقاومات + قدرة البطاريات في حالة شحن
4) القدرة المُنتجة = قدرة البطاريات في حالة تفريغ

التـــأثير المغناطيسي للتيـــار الكهـــربي

الفيض المغناطيسي

$$\varphi_m = BA\sin\theta$$

φ_m	الفيض المغناطيسي بوحدة (وبر) أو وحدة $(T.m^2)$
A	مساحة السطح أو مساحة وجه الملف بوحدة (m^2)
B	كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة (تسلا) أو بوحدة (Wb/m^2)
θ	الزاوية بين المجال ومستوى الملف

العلاقة بين الفيض والزاوية:

- ينعدم الفيض: عندما تكون خطوط المجال المغناطيسي موازية للمساحة.
- يكون الفيض قيمة عظمى: عندما تكون خطوط المجال المغناطيسي عمودية على المساحة.
- يكون الفيض نصف القيمة عظمى: عندما تميل خطوط المجال المغناطيسي بزاوية $30°$ على المساحة.

دوران الملف (أو السطح) بالنسبة للفيض

- عندما يدور الملف من الوضع العمودي $\emptyset_{m2} = B\,A\sin(90-\theta)$
- عندما يدور الملف من الوضع الموازي: $\emptyset_{m2} = B\,A\sin\theta$
- إذا عكس المجال أو قلب الملف أو دار نصف دورة أي $180°$ من الوضع العمودي فإن:

$$\emptyset_{m2} = -\emptyset_{m1}$$

$$\Delta\emptyset_m = \emptyset_{m2} - \emptyset_{m1}$$

$$\Delta\emptyset_m = -2\emptyset_{m1}$$

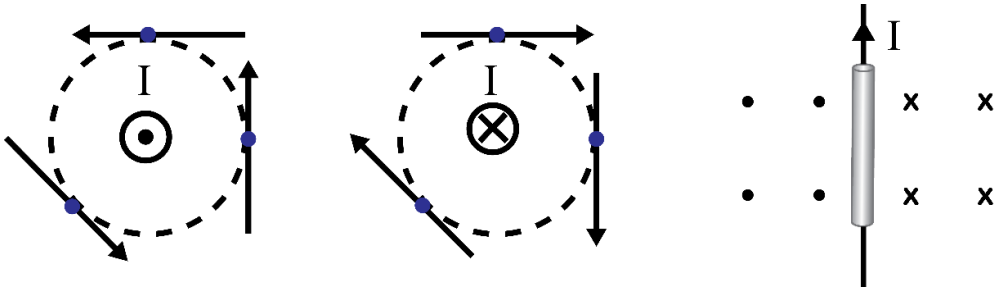
السلك المستقيم

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

$$B = 2\times10^{-7}\frac{1}{d}$$

μ	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط بوحدة (وبر/ أمبير. متر) $(4\pi\times10^{-7}T.m/A)$
I	شدة التيار الكهربي بوحدة (أمبير).
d	بعد النقطة عن مركز سطح أمبير الدائري الذي يمر به التيار.

تحديد اتجاه المجال



الملف الدائري

حساب كثافة الفيض المغناطيسي مركز ملف دائري:

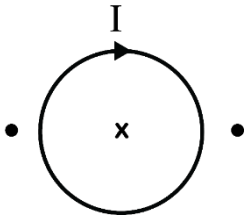
$$B = \frac{\mu N I}{2r} \rightarrow \text{منير}$$

$B = \frac{\mu I N}{2r}$	B	كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة (تسلا)
	μ	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط بوحدة (وبر/ أمبير. متر)
	I	شدة التيار الكهربي بوحدة (أمبير).
	N	عدد لفات الملف الدائري.
	r	نصف قطر الملف الدائري.

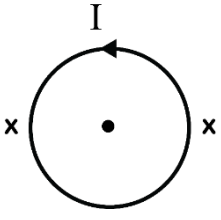
ملاحظات

- الملف الدائري في حالة مرور التيار به يكافيء (قطبي مغناطيسي)
- لا يوجد في الطبيعة أقطاب منفردة، فدائماً يوجد قطبان أحدهما قطب شمالي والآخر قطب جنوبي.
- الملف الدائري الذي يمر فيه تيار يماثل مغناطيس قصير على هيئة قرص مصمت له قطبان مستديران.
- الحلقة كمغناطيس قصير له قطب شمالي وقطب جنوبي.

تحديد قطبية المجال



اتجاه التيار مع عقارب الساعة
المجال عند المركز نحو الداخل الصفحة أما خارج الملف بيكون لخارج الصفحة (عكسه)

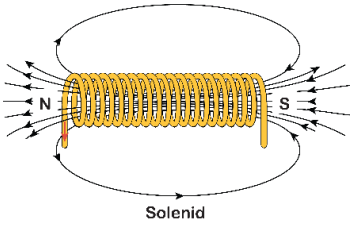


اتجاه التيار عكس عقارب الساعة
المجال نحو الخارج الصفحة أما خارج الملف بيكون لداخل الصفحة (عكسه)

عدد لفات الملف الدائري

ملف جزء من حلقة	ملف حلقة واحدة	ملف عدة لفات
$N = \frac{\theta_{\text{اللي جوا}}}{360}$	$N = 1$	$N = \frac{l_{\text{سلك}}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{l_{\text{سلك}}}{2\pi r}$

الملف اللولبي



حساب كثافة الفيض المغناطيسي مركز ملف دائري:

$$B = \frac{\mu N I}{l} \rightarrow \text{منيل}$$

$B = \frac{\mu I N}{l}$	B	كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة (تسلا)
	μ	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط بوحدة (وبر/ أمبير. متر)
	I	شدة التيار الكهربى بوحدة (أمبير).
	N	عدد لفات الملف اللولبى.
	l	طول الملف اللولبى.
$B = \mu I n$	n	عدد اللفات لوحدة الأطوال بوحدة (لفة/ متر).

لولبي ودائري

إذا ضغط ملف لولبي حتى أصبح ملف دائري، وعندما يمر نفس التيار في الملف فإن $\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{لولبي}}} = \frac{L_{\text{لولبي}}}{2r_{\text{دائري}}}$

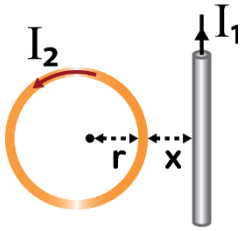
قص جزء من الملف اللولبي

عدد اللفات، طول الملف ، مقاومة الملف	عدد اللفات لوحدة الأطوال
تقل بنفس النسبة	ثابتة
فإن كثافة الفيض تتوقف على شدة التيار فقط فإذا	
وصل بنفس المصدر (فرق الجهد ثابت)	أستبدل المصدر بآخر (بحيث تمر نفس شدة التيار)
تزداد شدة التيار . وتزداد كثافة الفيض بنفس النسبة	كثافة الفيض تظل ثابتة

نقطة التعادل لعدة ملفات:

تكون نقطة التعادل عند المركز المشترك لملفات دائرية إذا انعدمت محصلة كثافة الفيض عند المركز

نقطة التعادل ملفات مع أسلاك



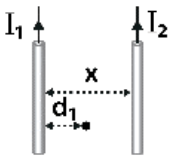
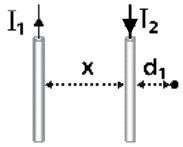
بإعتبار $B_2 > B_1$

$$B_{\text{ملف}} = B_{\text{سلك}}$$

$$\frac{\mu I_2 N}{2r} = \frac{\mu I_1}{2\pi(r+x)}$$

$$\frac{I_2 N}{r} = \frac{I_1}{\pi(r+x)}$$

نقطة التعادل لعدة أسلاك

اتجاه الفيض المغناطيسي		
موقع نقطة التعادل	بين السلكين أقرب للسلك المار به تيار أقل	خارج السلكين أقرب للسلك المار به تيار أقل
القانون	$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{X - d_1}$	$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{X + d_1}$

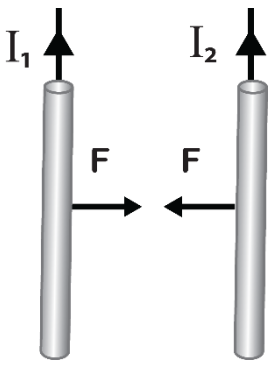
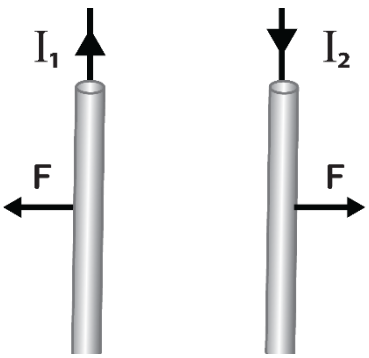
القوة المغناطيسية

$$F = BI\ell \sin\theta$$

$F = BI\ell \sin\theta$	B	كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة (تسلا)
	I	شدة التيار الكهربي بوحدة (أمبير)
	ℓ	طول السلك
	θ	الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسي.

القوة المتبادلة

القوة بين سلكين متوازيين يمر بكلّ منهما تيار

اتجاه التيار في السلكين	في اتجاه واحد	في اتجاهين متضادين
رسم توضيحي		
نوع القوة	تجاذب	تنافر

لحساب مقدار القوة المتبادلة

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d}$$
$$\frac{F}{l} = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{d}$$

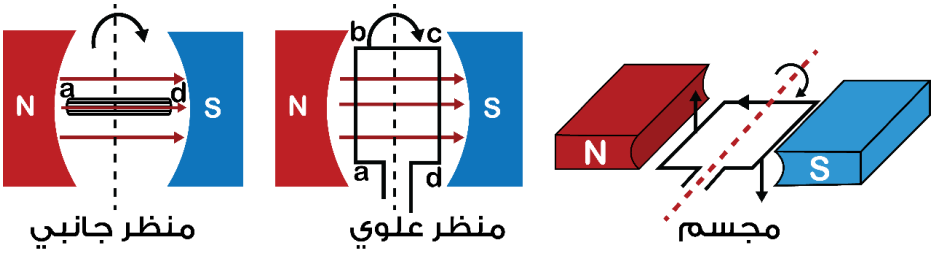
F	القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك
l	الطول المتقابل من السلكين
μ	معامل النفاذية المغناطيسية للوسط بوحدة (وبر/ أمبير. متر)
I_1	شدة التيار الكهربى المار فى السلك الأول بوحدة (أمبير).
I_2	شدة التيار الكهربى المار فى السلك الآخر بوحدة (أمبير).
d	البعد بين السلكين.

ملاحظات

- نوع القوة (تجاذب او تنافر) يتوقف على اتجاه التيار
- عندما يكون السلكان متوازيان تكون الزاوية بين المجال والسلك $90°$
- إذا أثر سلك على سلك اخر بقوة معينه فإن السلك الثاني يؤثر على السلك الأول بنفس القوة اي ان:

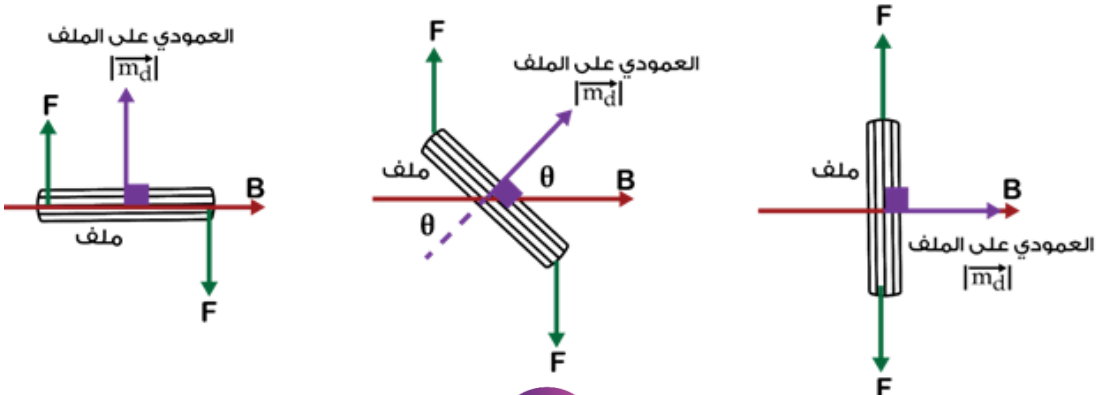
$$F_{12} = F_{21} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d}$$

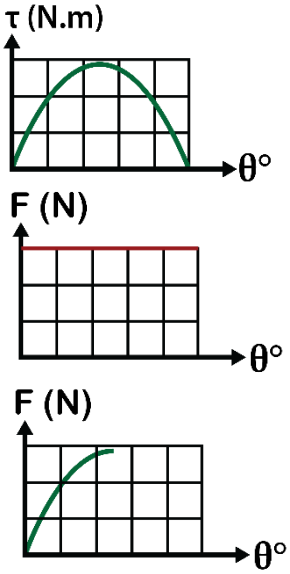
عزم الأزدواج



$$\tau = BIAN \sin\theta$$

B	كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة (تسلا)
I	شدة التيار الكهربى بوحدة (أمبير)
A	مساحة وجه الملف
N	عدد لفات الملف
θ	- الزاوية بين المجال المغناطيسي والعمودي على الملف. - الزاوية بين المجال المغناطيسي واتجاه عزم ثنائي القطب. - الزاوية بين الملف والعمودي على المجال المغناطيسى.





- اثناء دوران الملف من الوضع العمودي نصف دورة

$$\tau = \tau_{max} \sin\theta$$

- القوة المؤثرة على كل من الضلعين الموازيين للمحور

تكون قيمة عظمى دائماً

- القوة المؤثرة على كل من الضلعين العموديين على المحور

(خلال ربع دورة من الموازي)

تنعدم في الوضع الموازي، وتصبح قيمة عظمى في الوضع العمودي

وتنعدم محصلتها لأنها متزنة

عزم ثنائي القطب

$$|\overrightarrow{M_d}| = IAN$$

$$|\overrightarrow{M_d}| = \frac{\tau}{B \sin\theta}$$

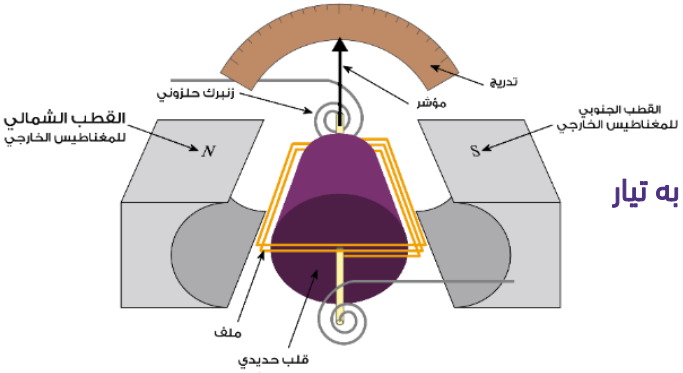
$\|\overrightarrow{M_d}\|$	عزم ثنائي القطب المغناطيسي بوحدة $(A.m^2)$ أو $(N.m/T)$
I	شدة التيار الكهربي بوحدة (أمبير)
A	مساحة وجه الملف
N	عدد لفات الملف
θ	- الزاوية بين المجال المغناطيسي والعمودي على الملف. - الزاوية بين المجال المغناطيسي واتجاه عزم ثنائي القطب. - الزاوية بين الملف و العمودي على المجال المغناطيسي.

ملاحظات

اتجاه دوران عزم ثنائي القطب

- يتوقف على: اتجاه التيار في الملف.
- ويحدد باستخدام قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل:
- اتجاه دورانها (اتجاه التيار) – اتجاه اندفاعها (اتجاه عزم ثنائي القطب)

الجلفانوميتر



فكرة العمل:

عزم الازدواج المغناطيسي المؤثر على ملف قابل للحركة يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم.

التركيب: سلك رفيع معزول ملفوف حول إطار مستطيل مصنوع من مادة الالومنيوم قابل للدوران حول محوره وموضوع بداخله قلب من الحديد المطاوع على هيئة اسطوانة ويثبت في الملف مؤشر من الألومنيوم.

1) يرتكز الملف على حوامل من العقيق
2) زوج من الملفات الزنبركية
(موصلاتي – مفرملاتي - مرجعاتي)
1) تعمل على توصيل التيار يعني التيار يخش من ملف ويخرج من التاني (موصلاتي)
2) يتولد فيها عزم يسمى عزم اللّيّ (التواء) مضاد لعزم الازدواج عندما يتساوى عزم اللّيّ مع عزم الازدواج يستقر المؤشر عند القراءة (مفرملاتي)
3) يعملان لإعادة المؤشر لوضع الصفر عند انقطاع التيار (مرجعاتي)
3) مغناطيس قوي أقطابه مقعرة (على شكل حذاء الفرس)

حساسية الجلفانومتر = $\frac{\theta}{I}$

الأميتر

$$R_s = \frac{V_g}{I_s} = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$
$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + + R_g}$$
$$R_s = \frac{R_g}{n-1}$$

R_s	مقاومة مجزئ التيار
V_g	فرق الجهد على الجلفانومتر
R_g	مقاومة الجلفانومتر
I_g	شدة تيار الجلفانومتر
I_s	شدة تيار مجزئ التيار
I	شدة تيار الأميتر
n	المدى أو مقلوب الحساسية

ملاحظات

- كلما قلت قيمة مجزئ التيار ←زاد المدى وقلت الحساسية
- فرق الجهد على الجلفانومتر = فرق الجهد على مجزئ التيار =فرق الجهد على الأميتر (توصيل توازي)
- تيار الجلفانومتر < تيار مجزئ التيار < تيار الأميتر
- لحساب المقاومة المكافئة لأميتر

$$R_T = \frac{R_g R_s}{R_g + R_s}$$

الفولميتر

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = (n-1)R_g$$
$$\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

R_m	مقاومة مجزئ التيار
V	فرق الجهد على الفولتميتر
V_g	فرق الجهد على الجلفانومتر
I_g	شدة تيار الجلفانومتر
n	المدى أو مقلوب الحساسية
R_g	مقاومة الجلفانومتر

ملاحظات

- كلما زادت قيمة مضاعف الجهد زاد المدى وقلت الحساسية
- تيار الجلفانومتر = تيار مضاعف الجهد = تيار الفولتميتر (توصيل توالي)
- فرق الجهد على الفولتميتر (V) = فرق الجهد على مضاعف الجهد (Vm) + فرق الجهد على الجلفانومتر (Vg)

$$V = V_g + V_m$$

$$V = I_g(R_g + R_m)$$

الأوميتر

أثناء المعايرة

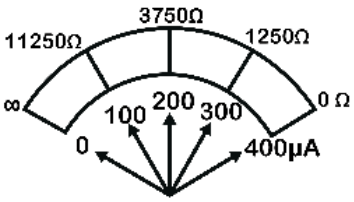
(حساب مقدار الجزء المأخوذ من الريوستات والذي يجعل موشر الجلفانومتر ينحرف إلى نهاية تدريجه)

ق . د . ك للبطارية	V_B
مقاومة الجلفانومتر	R_g
المقاومة الثابتة	R_C
المقاومة المتغيرة	R_V
المقاومة الداخلية	r
مقاومة الأوميتر (الجهاز) الداخلية	R_0
أقصى شدة تيار يمر في الجهاز (صفر تدريج المقاومة)	I_g
شدة التيار عند إضافة مقاومة للأوميتر	I
المقاومة المجهولة (الخارجية)	R_X

$$I_g = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r} = \frac{V_B}{R_O}$$

$$I = \frac{V_B}{R_0 + R_x}$$

ملاحظات



- مقدار الانحراف

$$\frac{I}{I_g}(\text{الانحراف}) = \frac{R_0}{R_0 + R_X}$$

- مقدار الانحراف بقانون البيضة الذهب

مقلوب الانحراف	N	$R_X = (N-1)R_0$ $\frac{R_{X1}}{R_{X2}} = \frac{(N_1-1)}{(N_2-1)}$

فاراداي

$$emf = -N\frac{\Delta \emptyset_m}{\Delta t}$$

الشحنة المستحثة	تتوقف على	عدد اللفات، التغير في الفيض المغناطيسي، المقاومة الكهربية
	لا تتوقف على	سرعة الحركة، الزمن

تتناسب ق. د. ك المستحثة طردياً مع السرعة النسبية بين المغناطيس والملف:

$$V_{\text{نسبية}} = V_{\text{مغناطيس}} \pm V_{\text{ملف}}$$

حيث تكون الإشارة: (+) إذا تحركا في اتجاهين متعاكسين، (-) إذا تحركا في نفس الاتجاه

لنز

في حالة تناقص الفيض تكون + = emf، في حالة تزايد الفيض يكون - = emf (ودي حاجة عامة مش في فارادي بس)

في حالة تناقص الفيض	يتولد مجال مستحث في نفس اتجاه المجال الأصلي..
في حالة تزايد الفيض	يتولد مجال مستحث في نفس اتجاه المجال الأصلي.

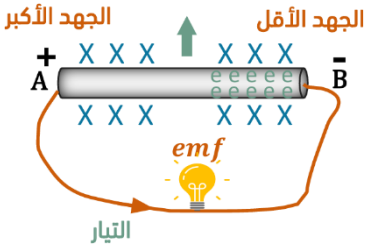
سلك مستقيم

مقدار

$$\therefore emf = -B\,L\,V\sin\theta$$

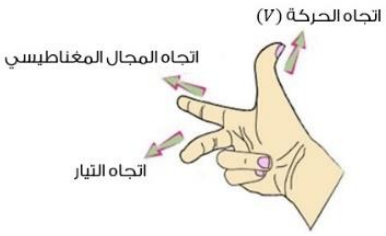
السلك يعامل معاملة المصدر
(واي ملف بيطلع تيار مستحث)

- يتحرك التيار في السلك من $A \leftarrow B$
- يتحرك التيار في الدائرة من $B \leftarrow A$



الاتجاه

قاعدة فلمنج لليد اليمنى



الحث المتبادل

$$emf = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -N_2\frac{\Delta B_1 A_2}{\Delta t} = \frac{\Delta Q_2}{\Delta t}R_2$$

العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين

- يتولد في الملف الثانوي تيار مستحث عكسي لحظة:
غلق المفتاح – زيادة شدة التيار (إنقاص المقاومة) – زيادة φ_m (تقريب الملفين)
- يتولد في الملف الثانوي تيار مستحث طردي لحظة:
فتح المفتاح – إنقاص شدة التيار (زيادة المقاومة) – إنقاص φ_m (إبعاد الملفين)
- لو الملف الثانوي فيه بطارية ومصباح، اضاءة المصباح مش بتعتمد على طردية ولا عكسية لكن بتجيب اتجاه التيار وتشوف لو في نفس اتجاه البطارية يبقى تزداد ولو عكس تبقى تقل

الحث الذاتي

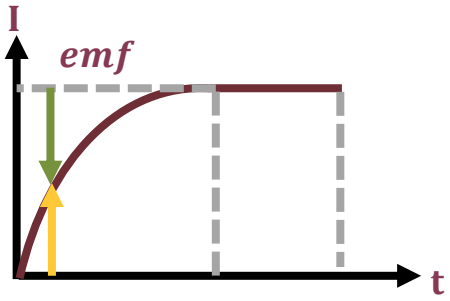
$$emf = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -N\frac{\Delta \varphi_m}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}R$$

- يتولد في الملف تيار مستحث عكسي لحظة:

غلق المفتاح – زيادة شدة التيار (إنقاص المقاومة) – زيادة معامل النفاذية المغناطيسية للقلب - زيادة φ_m

- يتولد في الملف الثانوي تيار مستحث طردي لحظة:

فتح المفتاح – إنقاص شدة التيار (زيادة المقاومة) – إنقاص معامل النفاذية المغناطيسية للقلب - إنقاص φ_m (إبعاد الملفين)

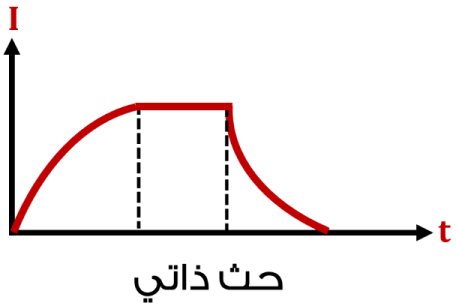


عند لحظة الغلق $I = 0$ و $emf = V_B$

أثناء النمو لو (مثال) $I = 30\%I_{max} \rightarrow emf = 70\%V_B$

لازم يكملوا بعض 100%

بعد فترة من الغلق $I = I_{max} \rightarrow emf = 0$



$$emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$t_{النمو} > t_{انهيار}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t}_{النمو} < \frac{\Delta I}{\Delta t}_{انهيار}$$

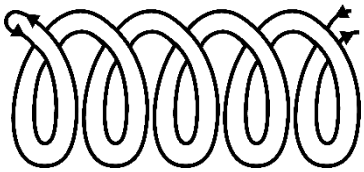
$$emf_{عكسية} < emf_{طردية}$$

العوامل التي يتوقف عليها الحث الذاتي لملف: $\left(L = \frac{\mu N^2 A}{l}\right)$

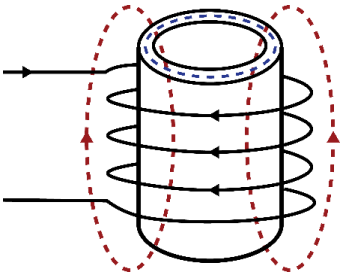
عدد لفات الملف N ، طول الملف (المسافة الفاصلة بين اللفات) l، الشكل الهندسي للملف (المساحة) A، النفاذية المغناطيسية لقلب الملف (سماحية الوسط) μ

$L = \frac{\mu N^2 A}{l} = \mu V_{ol} n^2$	V_{ol}	حجم الملف بوحدة m^3
	n	عدد اللفات لوحدة الأطوال من الملف بوحدة متر/ لفة.

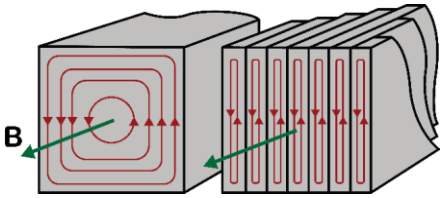
كيفية التخلص من الحث الذاتي للملفات (المقاومة اللاحثية) تلف ملفات المقاومة العيارية (القياسية) لفاً مزدوجاً حتى يكون اتجاه التيار المار في أحد الفرعين عكس اتجاهه في الفرع الآخر فيكون مجالهما المغناطيسي متضادين ومتساويين فيلغي كل منهما الآخر وبذلك ينعدم الحث الذاتي للملف وتكون المقاومة عديمة الحث.



التيارات الدوامية

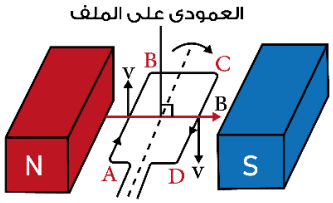


- تيارات كهربية مستحثة تتولد في قطعة معدنية تتعرض لفيض مغناطيسي متغير.
- اتجاهها: عمودي على اتجاه الفيض المغناطيسي وتسير في مسارات دائرية.
- كيفية الحصول على مجال مغناطيسي متغير: (متغير في الشدة أو الاتجاه)؟
  (1) تحريك القطعة المعدنية في مجال مغناطيسي ثابت
  (2) تعريض القطعة المعدنية لمجال مغناطيسي متغير (وليكن المجال الناشئ عن تيار متردد)
- العوامل التي تتوقف عليها شدة التيار الدوامي على:
  (1) معدل التغير في شدة التيار المتردد (تناسب طردي)
  (2) المقاومة النوعية لمادة القطعة المعدنية (تناسب عكسي)
- أضرار التيارات الدوامية: فقد جزء من الطاقة الكهربية على صورة حرارة، تعمل التيارات الدوامية على رفع درجة حرارة القطعة المعدنية وقد تصل إلى الانصهار.



- كيفية الحد من التيارات الدوامية: تستخدم مادة ذو مقاومة نوعية كبيرة على شكل شرائح، يصنع القلب الحديدي على شكل شرائح رقيقة من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها (فتزداد مقاومة القلب الحديدي) وموازية لمحور الملف (فتكون التيارات الدوامية عمودية على المادة العازلة فتقل شدتها)
- كيفية الاستفادة من التيارات الدوامية: تستخدم في أفران الحث، التي تستخدم في صهر المعادن.
- تحويلات الطاقة في أفران الحث: كهربية (تيار متردد) - مغناطيسية - كهربية (تيارات دوامية) – حرارية

الدينامو



$$\therefore \mathbf{emf} = -\mathbf{emf_{max}} \sin\theta = -\mathbf{ABN}.2\pi\mathbf{f}.\sin(2\pi\mathbf{ft})$$

- تكون θ بين اتجاه العمودي على الملف والمجال
  أو بين اتجاه (حركة – سرعة) السلك (ضلع الملف) والمجال
- عدد مرات وصول التيار من الوضع العمودي

$$\mathbf{N_o} = 1_{\text{بداية}} + 2\mathbf{F}$$
$$\mathbf{N_{max}} = 2\mathbf{F}$$
$$\mathbf{N}_{\text{عكس التيار}} = 2\mathbf{F} - 1_{\text{بداية}}$$

عدد مرات وصول التيار من الوضع الموازي

$$\mathbf{N_o} = 2\mathbf{F}$$
$$\mathbf{N_{max}} = 1_{\text{بداية}} + 2\mathbf{F}$$
$$\mathbf{N}_{\text{عكس اتجاه التيار}} = 2\mathbf{F}$$

- لحساب $\mathbf{emf_{avr}}$ بنستخدم قانون فاراداي عادي يعني بناخد زاوية الملف مع المجال (يعني الوضع العمودي $\theta = 90°$)

$$\mathbf{emf_{avr}} = -\mathbf{N}\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} = -\mathbf{NBA}\frac{\Delta \sin\theta}{\Delta t}$$

$$\Delta \sin\theta = [\sin(\text{الدوران} + \text{البداية}) - \sin(\text{البداية})]$$

- أشهر قيم emf المتوسطة احفظها ولو جالك حاجة غيرها استنتجها

$$\text{emf}_{\text{العمودي}\frac{1}{4}} = -\text{emf}_{\text{الموازي}\frac{1}{4}} = \text{emf}_{\text{العمودي}\frac{1}{2}} = 4ABNf = \text{emf}_{max} \times \frac{2}{\pi}$$

$$\text{emf}_{\text{العمودي}\frac{3}{4}} = \frac{4}{3}ABNf = \text{emf}_{max} \times \frac{2}{3\pi}$$

$$\text{emf}_{\text{الموازي}\frac{1}{2}} = \text{emf}_{\text{دورة كاملة من أي وضع}} = zero$$

- قبل ما نبدأ المسائل تعالى نعرف أزاي نقدر نتعامل مع θ في السؤال عشان نقدر نجيب emf

أولاً: الـ θ بتيجي فـ 3 حالات عامة وحالتين خاصتين

الحـــــالات العـــــامة

كرقم (يديهالك مباشرة)	كنسبة من الدورة	كزمن
$\theta = 60°$	$\frac{1}{6} \times 360$	$\theta = 2\pi ft$ $\theta = 2 \times 180 \times F \times \frac{10}{3} ms$

الحـــــالات الخـــــاصة

وضع الصفر، عمودي	وضع النهاية العظمى، موازي
$\theta = 0°$	$\theta = 90°$

- كدا معاك زاوية بس هل هتستخدمها على طول ولا هتطرحها من 90°؟ و ده اللي هنعرفه دلوقتي

ثانياً: حالات الـ $\sin(\theta)$ وحالات الـ $\sin(90 - \theta)$:

$\sin(\theta)$	- لو كان الزاوية بين العمودي على الملف والفيض أو بين السرعة الخطية والفيض - بدأ الدوران من الوضع العمودي أو وضع الصفر أو $\text{emf} = 0$
$\sin(90 \pm \theta)$	- الزاوية بين مستوى الملف والفيض - بدأ الملف الدوران من الوضع الموازي أو وضع النهاية العظمى أو emf_{max}

- متنساش في قوانين القدرة والطاقة بنستخدم قيمة الجهد الفعالة emf_{eff} والتيار الفعال I_{eff}

$$emf_{eff} = emf_{max}\ sin45$$

- في الحركة الدورانية يمكن حساب نوعين من السرعة:

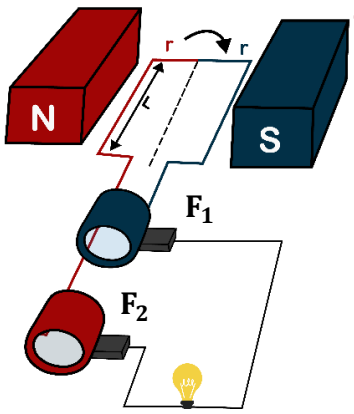
القانون	السرعة الزاوية (ω)	السرعة الخطية (المحيطية أو اللحظية) (v)
$v = \omega r$	$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	$v = \frac{X}{t} = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi fr$

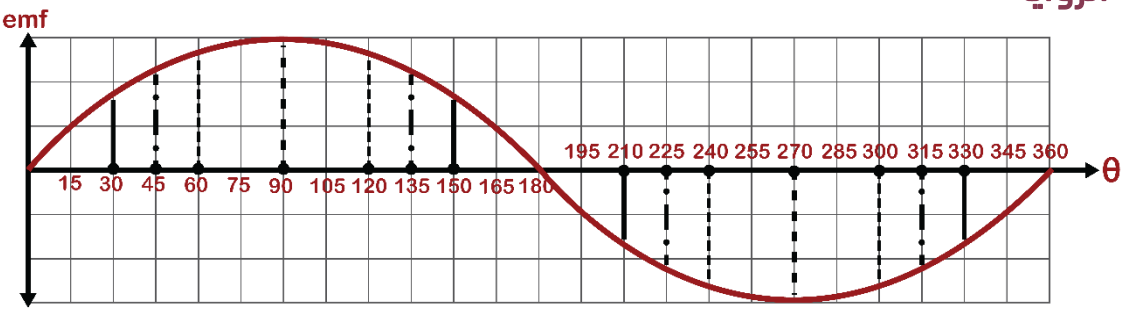
- يمكن أيضاً حساب emf المستحثة اللحظية بدلالة السرعة الخطية لحركة الضلعين الطوليين لملف الدينامو من العلاقة:

$$emf = 2NBlv \sin\theta$$

حيث l طول أحد الضلعين الطوليين (الموازيين لمحور الدوران) لملف الدينامو و v السرعة الخطية لملف الدينامو

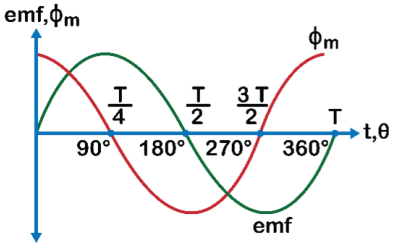
- **الزوايا**





بنحدد اتجاه التيار (أو الحركة) في الدينامو بفلمنج اليمنى

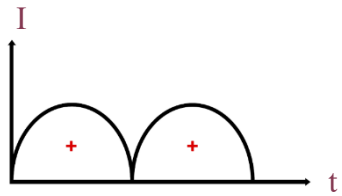
θ	sinθ	emf_{ins}	مستوى الملف	التيار	ملاحظات
0°	0	0	عمودي	0	عند نجيب زاوية $\frac{1}{2}emf_{max}$ بنطرح ونجمع 30 من اقرب صفر يعني مثلا 150 و $180 \pm 30 = 210$ نفس الكلام لو عايزين فعالة بس بنجمع ونطرح 45 يعني مثلا 135 و $180 \pm 45 = 225$
90°	+1	$+emf_{max}$	موازي	$F_1 \rightarrow R \rightarrow F_2$	
150°	1/2	$+0.5max$	-	$F_1 \rightarrow R \rightarrow F_2$	
270°	-1	$-emf_{max}$	موازي	$F_2 \rightarrow R \rightarrow F_1$	
315°	0.707	$-emf_{eff}$	-	$F_2 \rightarrow R \rightarrow F_1$	



- العلاقة البيانية بين emf في ملف الدينامو أو الفيض المغناطيسي $(\emptyset_m)$ مع الزمن t أو الزاوية θ خلال دورة كاملة مبتدءاً من الوضع العمودي بمنحني جيبي كما بالشكل

(الفيض يتقدم على التيار بربع دورة)

دينامو تيار مستمر



- يتم استبدال الحلقتين المعدنيتين بالمقوم المعدني ووضع أكثر من ملف متعامدين على بعض ويتم تقسيم المقوم المعدني لعدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات

الزاوية بين الملفات $= \frac{180°}{\text{عدد الملفات}}$ أو $\frac{90°}{\text{عدد الاجزاء}}$

- تردد التيار يزيد للضعف بس تردد دوران الملف ثابت فلما تيجي تعوض $emf = ABN2\pi f \sin\theta$ تعوض بتردد الدوران

المحول الكهربي

إذا كان المحول مثالي (كفاءته 100%)	اذا كان المحول غير مثالي (كفاءته أقل 100%)
أ. القدرة فى الملف الثانوي تساوي القدرة فى الملف الابتدائى $Pw_s = Pw_p \quad ، \quad I_S V_S = I_P V_P$ وتستخدم العلاقات التالية $\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S}$ ب. إذا كان للمحول ملفين ثانويين: $Pw_P = Pw_{s1} + Pw_{s2}$ $I_P V_P = I_{S1} V_{S1} + I_{S2} V_{S2}$	أ. القدرة الناتجة فى الثانوي أقل منها فى الابتدائى $\eta = \frac{Pw_S}{Pw_P} \times 100$ لو طلب عدد اللفات ، لو طلب شدة التيار $\eta = \frac{V_S N_P}{V_P N_S} \times 100 \quad , \quad \eta = \frac{V_S I_S}{V_P I_P} \times 100$ $\frac{\eta V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ ب. إذا كان للمحول ملفين ثانويين: $\eta = \frac{V_{S_1} I_{S_1} + V_{S_2} I_{S_2}}{V_P I_P} \times 100$ $= \frac{(V_{s_1} + V_{s_2}) N_p}{(N_{s_1} + N_{s_2}) V_p} \times 100$

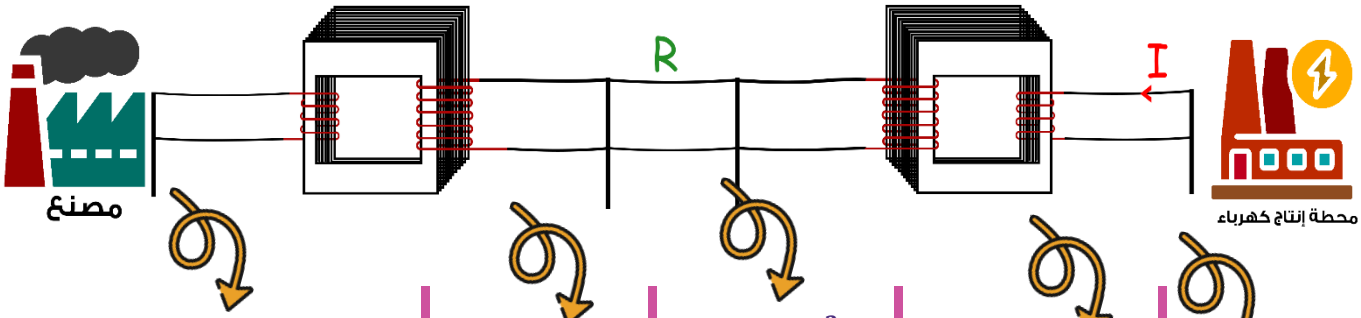
- أسباب فقد الطاقة في المحول

	كيفية التقليل منها
1) فقد فى الطاقة الكهربية فى الأسلاك إلى طاقة حرارية.	صنع الملفات من أسلاك من النحاس وتكون سميكة حتى تكون مقاومتها أقل ما يمكن.
2) فقد فى الطاقة الكهربية فى القلب الحديدي إلى طاقة حرارية بسبب التيارات الدوامية.	صنع القلب الحديدي من شرائح رقيقة معزولة عن بعضها من الحديد المطاوع السيليكوني.
3) فقد الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية تستهلك فى تحريك الجزيئات المغناطيسية للقلب الحديدي.	صنع القلب الحديدي من الحديد المطاوع السيليكونى لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية.
4) تسرب بعض خطوط الفيض فلا تقطع الملف الثانوي.	يلف الملف الثانوي حول الملف الإبتدائى مع عزله عنه حول قلب من الحديد المطاوع السيليكونى.

خلي بالك: 1- المحول مش بيغير في تردد التيار

2- في المحول جهد الملف الثانوي متأخر بنصف دورة عن جهد الملف الابتدائي بغض النظر عن هو رافع او خافض

نقل الطاقة الكهربية لمسافات بعيدة



$P_{W_{\text{محطة}}}$
$V_{\text{محطة}}$
$I = \frac{P_W}{V}$

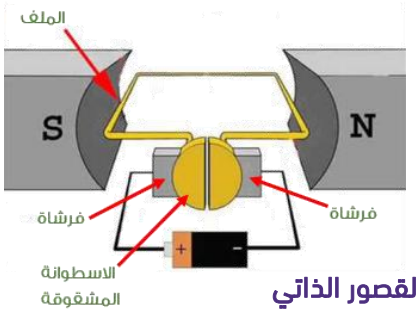
محول
رافع للجهد
(خافض للتيار)

$P_{W_{\text{حرارية}}} = I^2R$
قللت التيار هنا,
فقللت القدرة
فقللت الفقد في
الطاقة

محول
خافض للجهد
(رافع للتيار)

$P_{W_{\text{وصلت}}} = P_{W_{\text{محطة}}} - P_{W_{\text{مفقودة}}}$
$\eta_{\text{كفاءة}} = \frac{P_{W_{\text{وصل}}}}{P_{W_{\text{محطة}}}} \times 100$
أصبح التيار صالح للأستخدام

الموتور



- فكرة عمله: عزم الازدواج ولازم تعرف عنه حاجات أساسية

1- انتظام سرعته بسبب emf مستحثة عكسية 2- استمرار الدوران بالوضع العمودي بسبب القصور الذاتي

3- دوران الملف في نفس الاتجاه بسبب عكس اتجاه التيار كل نصف دورة في الملف بسبب وجود المقوم المعدني (خلي بالك اتجاه التيار في الدائرة الخارجية ثابت)

4- يوجد 2 emf اثناء عمل الموتور 1 بتاعت البطارية و 1 emf مستحثة عكسية نتيجة قطع الملف لخطوط الفيض

5- كل حاجة $(I, \tau, |md|, F)$ في الوضع العمودي بتبقى بصفر لأن الملف بيبقى بيلامس المادة العازلة لكن سرعة الدوران بيبقى ليها قيمة ولا تساوي الصفر

6- القوى على الاضلاع الطولية قيمتها ثابتة واتجاهها يتغير كل نصف دورة لكن طبعا في الوضع العمودي بتبقى صفر

7- القوى على الاضلاع العرضية قيمتها تتناسب مع θ الزاوية بين الضلع والمجال

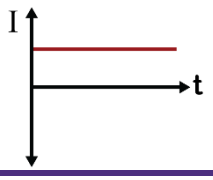
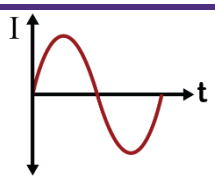
8- عزم الازدواج قيمته تتغير لحظيا تتناسب مع θ الزاوية بين العمودي عالملف والمجال واتجاهه ثابت

9- عزم ثنائي القطب قيمته ثابتة لأن عارف ان قيمته لا تعتمد على الزاوية لكن اتجاهه يتغير كل نصف دورة لتغير اتجاه التيار

10- بزود قدرة الموتور عن طريق زيادة B, A, N واستخدام عدد كبير من الملفات بينها زوايا صغيرة متساوية لكي يكون هناك أثناء الدوران ملف من هذه الملفات موازياً تماماً وتقسيم المقوم المعدني لعدد من الأقسام يساوي ضعف عدد الملفات واستخدام مغناطيس مقعر الأقطاب (زي الجلفانومتر)

أنواع التيار الكهربى

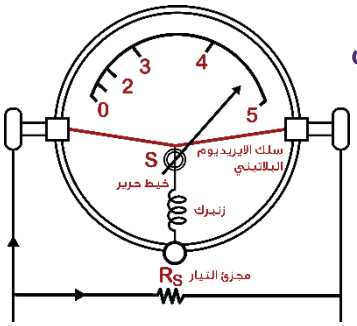
دوائر التيار المتردد

	التيار المستمر	التيار المتردد
الحصول عليه	دينامو التيار المستمر-الأعمدة الكهربية - البطاريات	دينامو التيار المتردد
خواصه	• ثابت الشدة و الأتجاه • لا يمكن نقله لمسافات بعيدة حيث يفقد جزءآ كبيراً من طاقته علي شكل حرارة • لا يمكن تحويله لتيار متردد	• متغير الشدة والأتجاه • يمكن نقله لمسافات بعيده دون فقدفي الطاقة عن طريق رفع جهده بالمحولات • يمكن تحويله لتيار مستمر
اجهزة القياس	الأميتر الحراري-الأميتر ذو الملف المتحرك	الأميتر الحراري
استخدامات	الإضاءة والتسخين – والتحليل الكهربي -الطلاء الكهربي-شحن المراكم	الإضاءة والتسخين
العلاقة البيانية مع الزمن		

عند حساب القدرة أو الطاقة الكهربية يتم التعويض بـ (I) في حالة التيار المستمر , وبقيمة (I_{eff})في حالة التيار المتردد

الأميتر الحراري

جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد ويعتمد علي أساس التمدد الناتج من الحرارة التي يولدها التيار الكهربي في سلك من سبيكة الايريديوم البلاتيني



فكرة عمله: التأثير الحراري للتيار الكهربي

عيوبه:

- يتحرك مؤشره ببطء حتي يثبت عند مرور تيار كهربي فيه كما انه يعود الي الصفر ببطء عند قطع التيار عنه
- يوجد به خطأ صفري يسبب تأثره بحرارة الجو:

(اذا كان للسك معامل تمدد حراري أعلى من اللوحة فإن قراءة المؤشر تكون أعلى من المعتاد
واذا كان للسك معامل تمدد حراري أقل من اللوحة فإن قراءة المؤشر تكون أقل من المعتاد)

لتتغلب علي الخطأ الصفري: يشد سلك الايريديوم على لوحة من مادة لها نفس معامل التمدد الحراري

ملاحظات

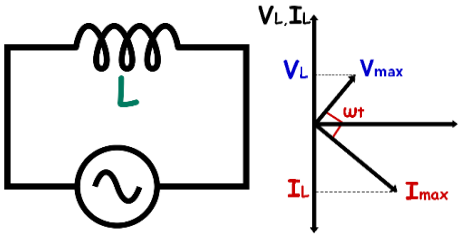
- يوجد جهازين تدريجهم غير منتظم (الأوميتر والأميتر الحراري):

تدريج الأميتر الحراري يبدأ من اليسار ويتقارب في بدايته ويتباعد في نهايته وتدريج الأوميتر يبدأ من اليمين حيث يتباعد في بدايته (جهة اليمين) ويتقارب في نهايته (جهة اليسار)

- سبب عدم انتظام تدريج الأوميتر: لأن التيار يتناسب عكسياً مع المقاومة الكلية للجهاز وليس مع المقاومة المجهولة فقط
- سبب عدم انتظام الأميتر الحراري : لأن التأثير الحراري الناتج عن مرور التيار الكهربي والذي يتسبب في انحراف المؤشر يتناسب طرديا مع مربع شدة التيار وليس مع التيار فقط

$$\text{حرارة} \propto \theta \propto I_{eff}^2 \propto V_{eff}^2$$

دائرة تيار متردد بها ملف حث عديم المقاومة



- فرق الجهد يتقدم على التيار في الطور بمقدار ربع دورة

المفاعلة الحثية:

هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد في الملف بسبب حثه الذاتي

$$X_L = \omega l = 2\pi f l = 2\pi f \frac{\mu A N^2}{l} = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = \frac{V_{max}}{I_{max}}$$

مميزات: لا يوجد فقد في الطاقة الكهربية على هيئة حرارة ، يتم تخزين الطاقة الكهربية على شكل مجال مغناطيسي يمكن استرجاعه.

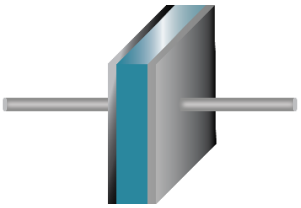
العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة الحثية لملف: تردد التيار (طردي) – الحث الذاتي للملف (طردي).

التوصيل: لو بتتعامل بـ X_L أو L فزيهم زي المقاومة وتمشي بقوانين التوالي والتوازي عادي

لا يتوقف التيار على التردد لأن: $I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{ABN\omega}{\omega L} = \frac{ABN(2\pi f)}{(2\pi f)\,L} = \frac{ABN}{L}$

ولكن عند ثبوت جهد المصدر: $\therefore I \propto \frac{1}{f} \quad \rightarrow \quad X_L \propto f \quad , \quad \because I \propto \frac{1}{X_L}$

المكثف الكهربى



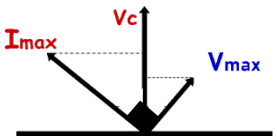
"جهاز لتخزين الطاقة الكهربية (الشحنة) وإعادة تفريغها عند الحاجةإليها"

تركيب المكثف الكهربي :

لوحان معدنيان متوازيان بينهما عازل تفصلهما مسافة محددة.

- لا يسمح المكثف بمرور التيار المستمر: لأن تتراكم شحنات كهربية متضادة على لوحي المكثف ويزداد الجهد بين اللوحين حتى يساوى جهد المصدر فيمنع مرور التيار.

- يسمح المكثف بمرور التيار المتردد: خلال الربع الأول من الدورة يكون $V_{مصدر} < V_{مكثف}$ فيتم شحن المكثف ، وخلال الربع الثاني من الدورة يكون $V_{مصدر} > V_{مكثف}$ فيقوم المكثف بتفريغ الشحنة وتستمر عملية الشحن والتفريغ كل نصف دورة وبالتالي يسمح بمرور التيار المتردد.



- فرق الجهد يتأخر عن التيار بربع دورة.

المفاعلة السعوية:

هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد عند مروره في دائرة بها مكثف بسبب سعته

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{V_{eff}}{I_{eff}} = \frac{V_{max}}{I_{max}}$$

العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة السعوية لمكثف : تردد التيار (عكسي) ,سعة المكثف (عكسي).

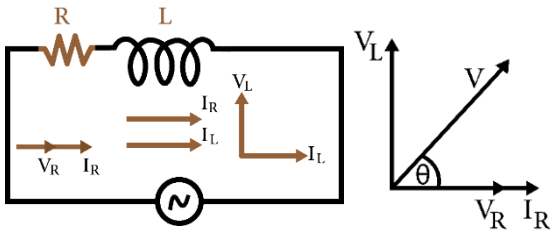
التوصيل: لو بتتعامل بـ X_C فزيها زي المقاومة وتمشي بقوانين التوالي والتوازي

ولو بتتعامل بال C (يعني مديك الارقام بالفاراد) امسك القلم بإيدك الشمال واقلب التوالي توازي والتوازي توالي

ملاحظات

- سعة المكثف ثابتة لا تتوقف على الشحنة أو فرق الجهد: $Q = CV$
- يتناسب التيار مع مربع التردد لأن: $I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{ABN(2\pi f)}{\frac{1}{2\pi fc}} \rightarrow I_{max} \propto f^2$
- لو مسألة كيرشوف فيها مكثف: لو عايز شدة التيار شيل فرع المكثف واحسب اللي حواليه، ولو عايز الشحنه احسب فرق الجهد بين ألواح المكثف.
- وحدة قياس المفاعلة الحثية/ السعوية الأوم ويكافئ $Hz^{-1}.F^{-1}$

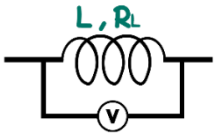
دائرة RL



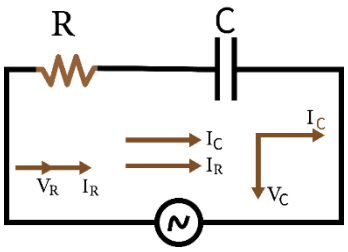
- يتقدم فرق الجهد الكلي V_t على التيار بزاوية θ (وهي زاوية حادة $0 < \theta < 90°$)
- يحسب فرق الجهد: $V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$
- معاوقة الدائرة : $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \frac{V}{I}$
- زاوية الطور (θ): $tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$

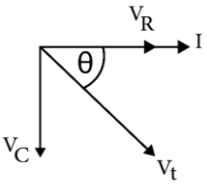
ملاحظات

- لو قال وصل ملف حث متصل بمصدر تيار مستمر يبقى ملف له مقاومه الأومية.
- لو فيه فولتميتر هنا: $V_L = I\,Z_L = I\sqrt{R_L^2 + X_L^2}$



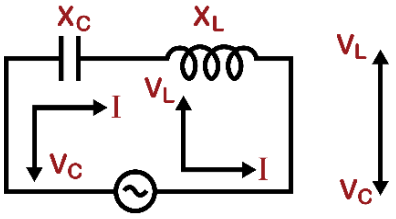
دائرة RC





- يتأخر فرق الجهد الكلي V_t عن التيار بزاوية θ
  (وهي زاوية حادة دائمًا سالبة $0 < \theta < 90°$)
- يحسب فرق الجهد : $V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$
- معاوقة الدائرة: $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \frac{V}{I}$
- زاوية الطور (θ): $tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$

دائرة LC



- الزاوية بين V_L و V_C هي $180°$
- بفرض أن $V_L > V_C$ تكون الزاوية بين الجهد الكلي والتيار $90°$
- بفرض أن $V_L < V_C$ تكون الزاوية بين الجهد الكلي والتيار $-90°$

بفرض أن $V_L > V_C$:

$$V = V_L - V_C$$
$$Z = X_L - X_C$$

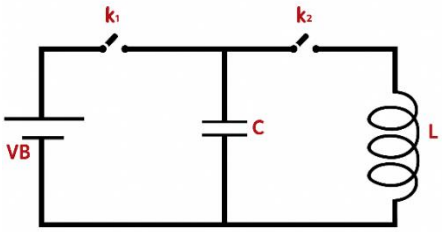
دائرة RLC

- يحسب فرق الجهد: $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$
- المعاوقة: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
- زاوية الطور: $tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$

تتأثر زاوية الطور (θ) بتغير قيم المفاعلات الحثية والسعوية :

	فرق الطور بين I,V	زاوية الطور	خواص الدائرة
$X_L > X_C$	الجهد يتقدم على التيار بزاوية θ	موجبه (تقع في الربع الأول)	حثية
$X_L < X_C$	الجهد يتأخر عن التيار بزاوية θ	سالبة (تقع في الربع الرابع)	سعويه
$X_C = X_L$	الجهد والتيار متفقين في الطور	صفر	أوميه

الدائرة المهتزة



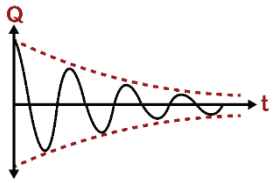
تستخدم في توليد موجات كهرومغناطيسية عالية التردد في دوائر الارسال.

يحدث تبادل الطاقة المخزنة عند المكثف على هيئة مجالات كهربية E_C مع الملف على هيئة مجالات مغناطيسية E_L

ملاحظات

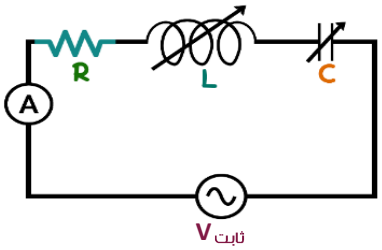
- الـ I والـ E_L والمجالات المغناطيسية زي بعض: يعني لو التيار 10% يبقى الـ E_L 10% والمجالات المغناطيسية 10%
- الـ Q والـ E_C والمجالات الكهربية زي بعض
- انما الـ I, Q و الـ E_L, E_C عكس بعض : يعني لو التيار 30% يبقى الـ Q 70%

تردد التيار : $F = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ ، مقارنة بين ترددين : $\frac{F_1}{F_2} = \sqrt{\frac{L_2C_2}{L_1C_1}}$



عيوب: فقد الطاقة على هيئة حرارة بسبب R_L و مقاومة اسلاك التوصيل، ولكن يتم تغذية المكثف بشحنات اضافية كل فترة لتعويض الفقد.

دائرة الرنين



ويمكن تغيير تردده

تستخدم في التحكم في الموجة المراد استقبالها عن طريق جعل تردد الدائرة يساوي تردد المصدر.

بوضع مكثف متغير السعة ويتم تغيير سعة المكثف فيتغير تردد الدائرة حتى يساوي تردد المصدر المراد الاستماع اليه.

خصائص دائرة الرنين :

$X_L = X_C$	$V_L = V_C$
1) Z = R ← المعاوقة أقل ما يمكن	$V_{\text{مصدر}} = V_R$
2) $P_W = VI$ ← القدرة أكبر ما يمكن	
3) $I = \frac{V}{R}$ ← التيار أكبر ما يمكن	
$tan\theta = 0$	
1) $\theta = 0$ ← زاوية الطور منعدمة	2) I,V ← متفقين في الطور
3) الدائرة لها خواص أومية	

ازدواجية الموجة والجسيم

الطيف الكهرومغناطيسي:

موجات الراديو	الموجات الميكرومترية (المايكروويف)	الاشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة السينية	أشعة جاما
Radio Waves	Micro Waves	I.R	V.R	U.V	X-Ray	γ – Ray

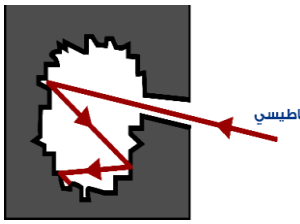
يزداد التردد ← | يزداد الطول الموجي →

قانون فين:

الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة على تدريج كلفن. $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}$$

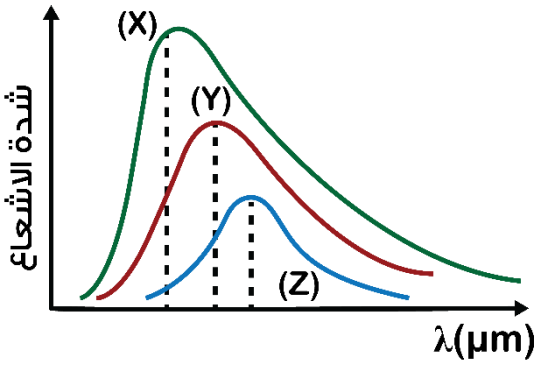
اشعاع الجسم الأسود:



- الجسم الأسود هو الجسم الذي يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (ممتص مثالي) ثم يعيد بعث الإشعاع الذي امتصه بالكامل (باعث مثالي)

منحني بلانك:

من منحنى بلانك الموضح لجسم ساخن عند درجات حرارة مختلفة يكون:



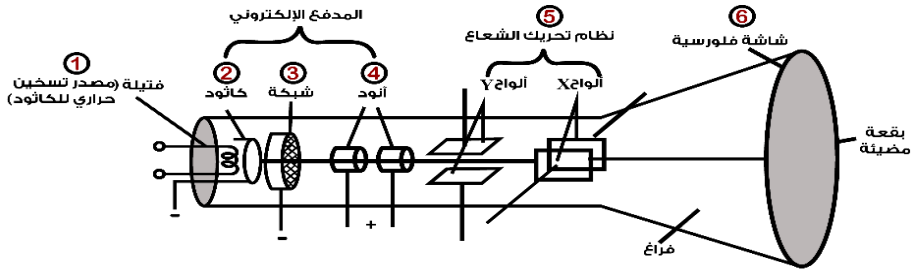
1. العلاقة بين درجات الحرارة:
$T_X > T_Y > T_Z$
2. العلاقة بين الطاقة الإشعاعية الكلية المنبعثة من الجسم:
$E_X > E_Y > E_Z$
3. العلاقة بين التردد المصاحب لأقصى شدة إشعاع:
$\upsilon_X > \upsilon_Y > \upsilon_Z$
4. العلاقة بين الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع:
$\lambda_Z > \lambda_Y > \lambda_X$
5. بزيادة التردد يقل عدد الفوتونات لإشعاع الجسم الأسود عند ثبوت الطاقه الكليه ولذلك عند الترددات العالية تقترب شده الاشعاع من الصفر. $E = nh\upsilon$

تطبيقات على ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

الاستشعار عن بعد: وهي خاصية بقاء الاشعاع الحراري للأجسام الساخنة لفترة حتى بعد انصرافها

أنبوبة أشعة كاثود

• **الأساس العلمي:** ظاهرة الانبعاث الأيوني الحراري (التأثير الكهروحراري)



تتعين طاقة حركة الالكترونات في انبوبة CRT من العلاقة:

$$eV = KE = \frac{1}{2} m_e v^2$$

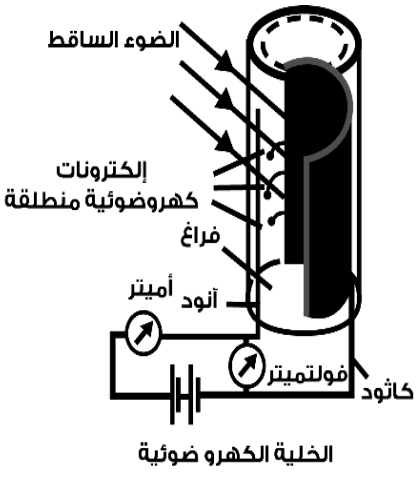
• كلما زاد جهد الشبكة (قل جهد الشبكة السالب - قلت السالبية) في الانبوبة يزداد عدد الالكترونات المارة خلالها فتزداد شدة اضاءة الشاشة.

الخلية الكهروضوئية

• **الأساس العلمي:** ظاهرة التأثير الكهروضوئي

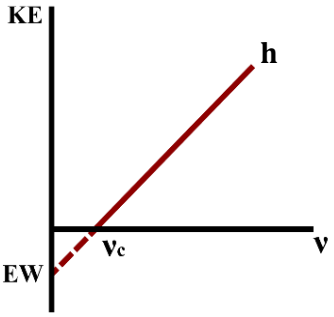
• **معادله اينشتين للظاهرة الكهروضوئية**

$$KE_{\text{الكترون}} = E_{\text{فوتون}} - E_w \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} m v^2 = h\upsilon - h\upsilon_c = \frac{hC}{\lambda} - \frac{hC}{\lambda_c}$$



الخلية الكهرو ضوئية

الكمية	العوامل التي تتوقف عليها
طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية (سرعة)	طاقة الضوء الساقط (تردد الضوء الساقط)
شدة تيار الإلكترونات الكهروضوئية (عددها)	شدة الضوء الساقط (عدد الفوتونات) بشرط ان يكون التردد اعلى من التردد الحرج
دالة الشغل للسطح	نوع مادة السطح



العلاقة البيانية بين طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية المنبعثة من سطح الفلز وتردد الضوء الساقط عليه $Slope = h$

- الشده الضوئية هي القدرة الضوئية الساقطه على وحده المساحات العموديه على اتجاه انتشار الضوء $I = \frac{P_w}{A} =$

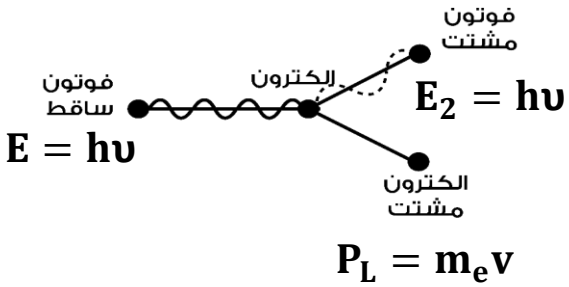
مثال

سقط ضوء تردده υ على سطح خليه كهروضوئية فتحررت الكترونات ماذا يحدث لعدد الالكترونات المتحررة عند زيادة التردد للضعف مع ثبات:

1-الشده الضوئية (I) (يقل)

2-معدل سقوط الفوتونات على السطح (ϕ_l) (يظل ثابت)

ظاهرة كومتون



تعتبر ظاهرة كومتون اثبات للخاصية الجسيمية للفوتونات.

- ملاحظات على خواص كل من الفوتون المشتت والإلكترون المشتت بعد التصادم:

وجه المقارنة	الفوتون المشتت	الإلكترون المشتت
خواص ثابتة	السرعة	الكتلة
خواص تقل	التردد، الطاقة، كمية التحرك، الكتلة المكافئة	الطول الموجي
خواص تزداد	الطول الموجي	السرعة، كمية الحركة، طاقة الحركة

- يمكن تطبيق قانون بقاء الطاقة كالتالي: $E_2 + KE_2 = E_1 + KE_1$

مثال

اصطدم فوتون طاقته $3eV$ بالكترون ساكن فتحرك الالكترون بسرعه $1.51 \times 10^6 Km/h$ فإن نسبه التغير في طول موجه الفوتون تساوى....

الحل

$$K_E = ½ m_e v^2 = ½ \times 9.1 \times 10^{-31} \times \left(1.51 \times 10^6 \times \frac{5}{18}\right)^2 \div e = 0.5\ ev$$

$$E_{\text{المشتت}} = E_{\text{الساقط}} - K_E = 2.5\ ev \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{2.5} = \frac{6}{5}$$

$$\Delta\lambda\% = (\frac{6}{5} - 1) X 100\% = 20\%$$

علاقة اينشتين: أثبت اينشتين أنه إذا فقد جزء من الكتلة فإنه يتحول لطاقة بالعلاقة: $E = mC^2$

خواص الفوتون: ليس له كتله سكون وكتلة أثناء حركته (m) تحسب من العلاقة: $m = \frac{E}{C^2} = \frac{h.\nu}{C^2} = \frac{h}{\lambda.C}$

كمية حركة الفوتون (P_L) تحسب من العلاقة: $P_L = mC = \frac{h\nu}{C}$

النموذجين الماكروسكوبي والميكروسكوبي:

النموذج الماكروسكوبي (الكبير – الموجي)	النموذج الميكروسكوبي (المجهري – الجسيمي)
يطبق عندما يكون: 1) حجم (أبعاد) العائق أكبر بكثير من الطول الموجي للموجة λ 2) λ للفوتونات أكبر بكثير من المسافات البينية لذرات السطح	يطبق عندما يكون: 1) حجم (أبعاد) العائق في حجم الذرة أو الإلكترون (في حدود λ) 2) λ للفوتونات مقارب للمسافات البينية لذرات السطح

دي براولي:

- طول الموجة المصاحبة لحركة جسيم يساوي النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة هذا الجسيم.

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$$

- لحساب الطول الموجي المصاحب لحركة الالكترون مباشرتا من فرق الجهد او طاقة الحركة:

$$\lambda^2 = \frac{h^2}{2m_e.eV} = \frac{h^2}{2m_e.k_E}$$

القوة التي يؤثر بها شعاع الفوتونات على السطح (F) تساوي معدل التغير في كمية حركة هذا الشعاع:

$$F = \frac{\Delta PL}{\Delta t} = 2\frac{h\nu}{C}\emptyset_L$$

القدرة الضوئية: تتعين القدرة الضوئية(P_w) للشعاع الضوئي الساقط من العلاقة:

$$Pw = \frac{Et}{\Delta t} = \frac{nh\nu}{\Delta t} = h\nu\emptyset_L \qquad \therefore F = \frac{2Pw}{C}$$

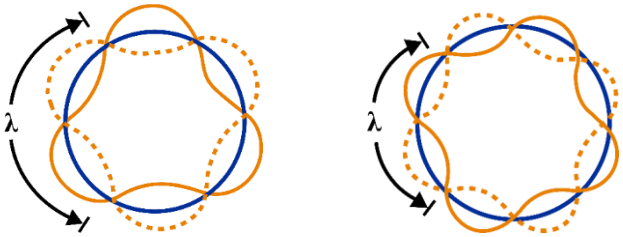
الميكروسكوب الإلكتروني والضوئي:

وجه المقارنة	الميكروسكوب الالكتروني	الميكروسكوب الضوئي
الفكرة العلمية	الطبيعة الموجية للإلكترونات (علاقة دي براولي)	انكسار الضوء خلال العدسات الزجاجية
الشعاع المستخدم	شعاع الكتروني	شعاع ضوئي
نوع العدسات	عدسات الكترونية (كهربية ومغناطيسية)	عدسات زجاجية
القدرة التحليلية	كبيرة نسبيا	صغيرة نسبيا
الصورة النهائية	تتكون على شاشة فلورسية	تقديرية ترى بالعين المجردة

الاطياف

نموذج ذرة بور:

- يصاحب الإلكترون أثناء الدوران حركة موجية وتسمى موجة موقوفة (حسب فروض دي براولي) حيث يكون عدد الموجات الموقوفة = رقم المستوى
- يمكن حساب نصف قطر مدار الإلكترون تقديرياً من العلاقة: $n\lambda = 2\pi r$



$n = 4$ $n = 3$

ذرة الهيدروجين:

للهيدروجين خمس سلاسل طيفية (ليمان – بالمر – باشن –براكت –فوند)

(حيث أن عند إثارة عدد كبير من ذرات الهيدروجين ينشأ عن عودة الإلكترون داخل كل ذرة من المستويات العليا إلى المستويات الأدنى انبعاث طيفي)

- طاقة أي مستوى بذرة الهيدروجين يمكن حسابها من العلاقة: $E = \frac{-13.6}{n^2}\ eV$
- لحساب أكبر تردد (أقل طول موجي) للفوتون، لحساب أقل تردد (أكبر طول موجي) للفوتون:

$$E_{n+1} - E_n = h\upsilon_{min} = \frac{hC}{\lambda_{max}} \quad , \quad E_\infty - E_n = h\upsilon_{max} = \frac{hC}{\lambda_{min}}$$

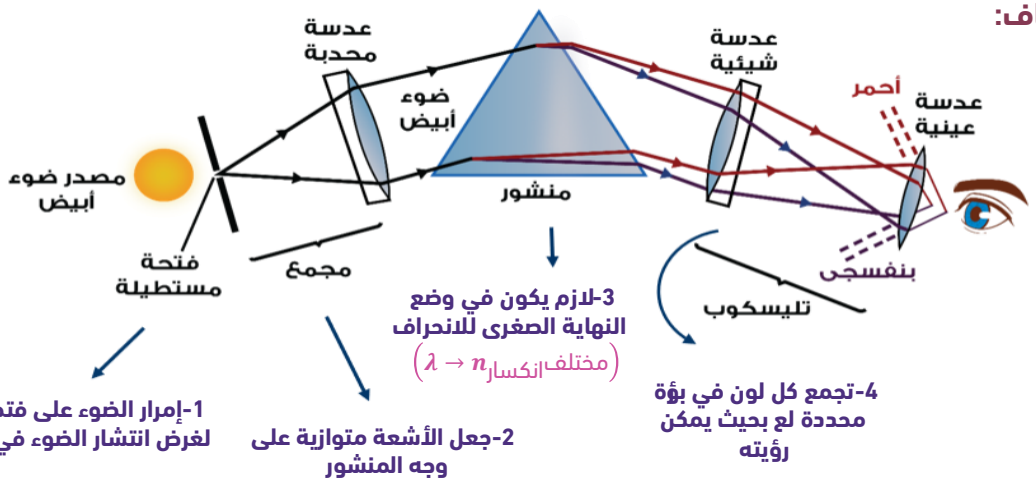
الفوتون الأقل طاقة في أي متسلسلة طاقته أكبر من الفوتون الأكبر طاقة في أي متسلسلة بعده

طاقة التأين:

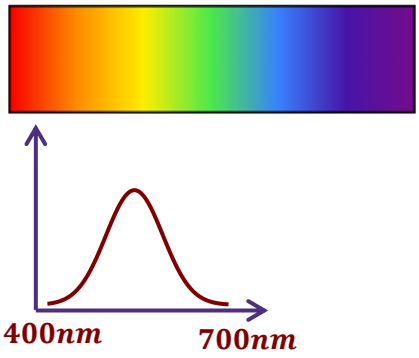
(الطاقة الازمه لتحرير إلكترون من الذرة) =مقدار طاقة مستوى الإلكترون.

- عدد الاحتمالات الممكنة لانبعاث فوتونات من الذرة يحسب من: $\frac{n(n-1)}{2}$

المطياف:

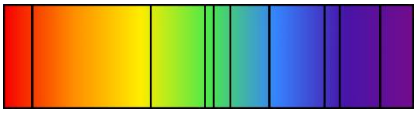


الاطياف



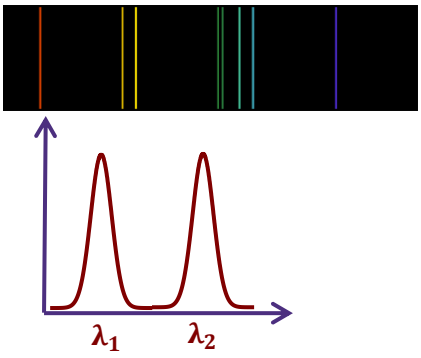
1) طيف الانبعاث المستمر:

- هو طيف يحتوي على كل الأطوال الموجية وكل الترددات مُوزعة توزيعاً متصــلا ويمكن الحصــول عليه عن طريق تسخين جسم صلب لدرجة التوهج للون الأبيض.



2) طيف الامتصاص الخطي:

- عبارة عن خطوط مظلمة لبعض الأطوال الموجية تظهر في الطيف المستمر ويمكن الحصول عليه عند مرور ضوء أبيض خلال غاز أو بخار عنصر مثال (خطوط فرونهوفر)



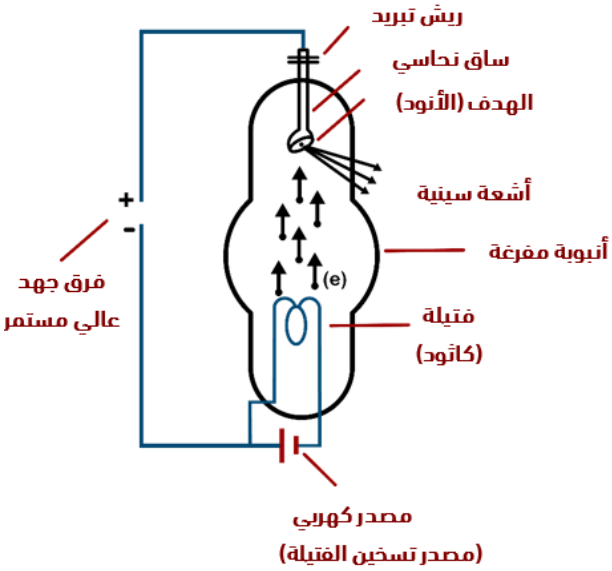
3) طيف الانبعاث الخطي:

- هو طيف يحتوي على بعض الأطوال الموجية مُوزعة توزيعاً غير متصــلاً ويمكن الحصــول عليه عن طريق توهج الغازات والابخرة تحت ضغط منخفض.

الأشعة السينية

اكتشف العالم رونتجن اشعة كهرومغناطيسية غير مرئية طولها الموجي قصير يتراوح بين $10^{-13}m$ و$10^{-8}m$ اي بين الاطوال موجية لأشعة جاما والاشعة فوق البنفسجية وهي ذات طاقة عالية

أنبوبة كولدج



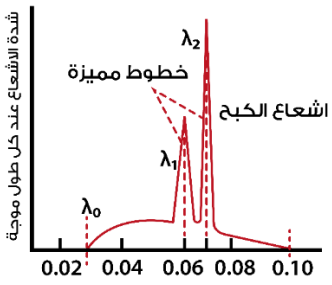
الفتيلة في انبوبة كولدج هي مصـدر الإلكترونات على عكس أنبوبة اشـعة الكاثود $C.R.T$ تنبعث الإلكترونات من سـطح الكاثود والفتيلة للتسخين فقط

طيف الأشعة السينية

الطيف المستمر (اشعة الكابح (الفرملة)-اللين-الناعم)	الطيف الخطي (الإشعاع الشديد-الحاد-المميز)

كيفية الحدوث

ماكسويل- هيرتز:
عند اقتراب أحد الإلكترونات المعجلة بالقرب من مادة الهدف يحدث (تصادم – تنافر – تشتت) ينتج عنه أن الإلكترون يفقد طاقة حركته على دفعات بدرجات متفاوتة على هيئة إشعاع (فوتون) فتقل سرعته.



عند اختراق أحد الإلكترونات المعجلة لمادة الهدف واصطدامه بأحد الإلكترونات القريبة للنواة تنتقل الطاقة لإلكترون مادة الهدف (فيثار لمستوى أعلى أو يغادر الذرة) يحل محله إلكترون آخر من المستويات العليا فيصدر فرق الطاقة بين المستويين على هيئة إشعاع.

العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي

- يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف (حيث $\lambda_{min} \alpha \frac{1}{V}$).
- لا يتوقف على نوع مادة الهدف.
- ينبعث عند فروق جهد مختلفة بين الهدف والفتيلة.

- يتوقف على نوع مادة الهدف (حيث يقل الطول الموجي للطيف المميز بزيادة العدد الذري لعنصر مادة الهدف).
- لا يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف.
- قد لا ينبعث عند فروق الجهد المنخفضة بين الفتيلة والهدف.

حساب الطول الموجي

$$E_{\text{فوتون}} = K\,E_e$$

$$\rightarrow \lambda_{\text{مستمر}} = \frac{h.C}{eV} = \frac{h.C}{KE_e}$$

$$\Delta E = E_{\text{اعلى}} - E_{\text{أقل}}$$

$$\rightarrow \lambda_{\text{خطي مميز}} = \frac{h.C}{\Delta E_{\text{هدف}}}$$

يتوقف ظهور الطيف الخطي على قيمة فرق الجهد ولكنه لا يتغير بتغير فرق الجهد.

يمكن حساب أقصر طول موجي للأشعة السينية من الطول الموجي المصاحب لأسرع الإلكترونات المصطدمة بالهدف حسب العلاقة:

$$\lambda_x = \frac{2Cm_e{\lambda_e}^2}{h}$$

مثال

في انبوبه كولدج إذا كان أقصر طول موجي للأشعة السينية الصادرة هو 25 pm فإن الطول الموجي المصاحب لأسرع الإلكترونات المصطدمة بالهدف يساوى تقريباً .....

الحل

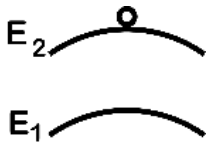
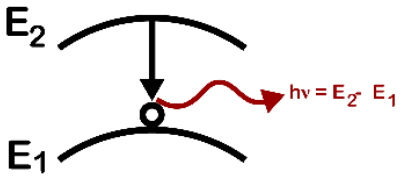
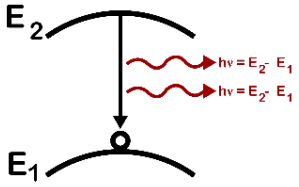
$$\lambda_x = \frac{2Cm_e{\lambda_e}^2}{h}$$

$$25 \times 10^{-12} = \frac{2 \times 3 \times 10^8 \times 9.1 \times 10^{-31}{\lambda_e}^2}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore \lambda_e = 5.5 \times 10^{-12} m = 5.5\,pm$$

مراجعة الفصل السابع

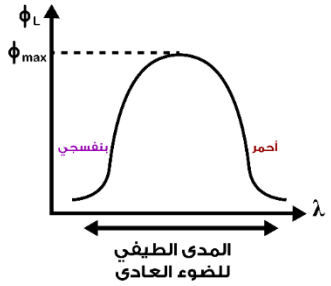
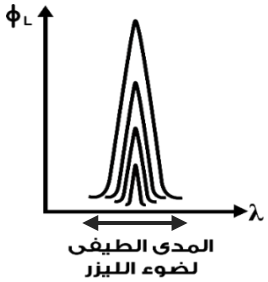
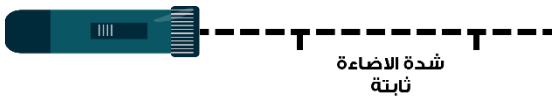
الانبعاث التلقائي والمستحث

الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
كيفية الحدوث	
بعد انتهاء فترة العمر (حوالي $10^{-8}s$) تنتقل الذرة وتعود إلى المستويات الأرضية (دون مؤثر خارجي).  فيصدر الفرق بين المستويين على هيئة اشعاع.  	 قبل انتهاء فترة العمر، يسقط على الذرة فوتون طاقته تساوي الفرق بين المستويين. فيستحث الفوتون الذرة على العودة إلى المستويات الاقل  قبل انتهاء فترة العمر فيصدر الفرق بين المستويين على هيئة إشعاع (فوتون). فكده فيه فوتونين طلعوا وهذا لا يعد انتهاكاً لقانون بقاء الطاقة لأن: 1. **الفوتون الأول:** هو الفوتون المسبب للإثارة. 2. **الفوتون الثاني:** هو الفوتون الناتج عن عودة الذرة من مستوى الإثارة إلى مستوى طاقة أقل.
خصائص الفوتونات المنبعثة من الذرة	
تكون: -مشتتة وليس لها نفس الاتجاه ولا نفس الطور. -غير مترابطة لا زمانياً ولا مكانياً. -يمكن للفوتونات المنبعثة أن تتفق في التردد والطول الموجي والطاقة (الانتقال كان بين نفس المستويين).	**تكون:** - متحركة في نفس الاتجاه ولها نفس الطور. -مترابطة زمانياً ومكانياً. - لهما نفس الطاقة ونفس التردد والطول الموجي والكتلة وكمية التحرك ($E, \upsilon, \lambda, m, P_L$).

خواص أشعة الليزر

1) **النقاء الطيفي:** الفوتونات لها طول موجي واحد
2) **توازي الحزمة الضوئية:** الفوتونات لا يحدث لها تشتت
3) **الترابط:** الفوتونات لها نفس الطور
4) **عالية الشدة الضوئية:** الفوتونات مركزة ومجمعة في نقطة صغيرة وتحتفظ بشدتها

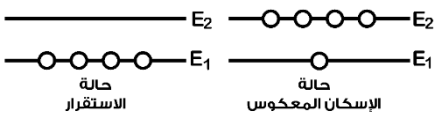
الضوء العادي والليزر

الضوء العادي	الليزر
نوع الانبعاث السائد	
الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
النقاء الطيفي	
غير نقي له مدى كبير وواسع من الاطوال الموجية 	**نقي** تتركز شدته عن طول موجي واحد 
ترابط الفوتونات	
غير مترابطين لا زمانياً ولا مكانياً وليس لهم نفس الاتجاه	مترابطين زمانياً ومكانياً لهم نفس الاتجاه ونفس الطور
الشدة	
غير ثابت الشدة فتقل شدة الضوء الساقط على السطح بزيادة المسافة بين السطح والمصدر أي تخضع لقانون التربيع العكسي $\text{الشدة} \propto \frac{1}{d^2}$ يعني لو المسافة زادت للضعف الشدة تقل للربع 	تظل شدة الاشعاع ثابتة بسبب ترابط الفوتونات مهما زادت المسافة المقطوعة أي لا تخضع لقانون التربيع العكسي. 
توازي الحزمة الضوئية	
يزداد قطر الحزمة الضوئية أثناء انتشارها نتيجة التشتت(غير متوازية).	قطر الحزمة يظل ثابت لمسافات طويلة أثناء الانتشار فتظل متوازية لمسافات بعيدة ولا تعاني تشتت يذكر لذا يمكنها نقل الطاقة الضوئية لمسافات طويلة دون فقد ملحوظ.

الفعل الليزري

- يعتمد الفعل الليزري على:

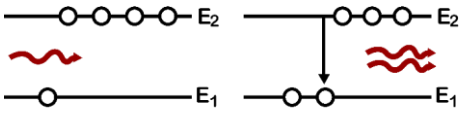
1) الوصـول بذرات أو جزيئات الوسـط الفعال لإنتاج الليزر إلى حالة الإسكان المعكوس .



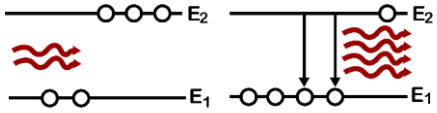
2) حدوث الانبعاث المستحث وانطلاق الفوتونات من الذرات المثارة.

أ- ذرة مثارة لم تقضِ فترة العمر لها

ب- سقوط فوتون طاقته تساوي $E_2 - E_1$



3) تضخيم الاشعاع المنطلق بالانبعاث المستحث داخل التجويف الرنيني



جهاز الليزر

- أجهزة توليد الليزر على اختلاف أنواعها تتكون من ثلاث عناصر أساسية هي:

1) الوسط الفعال:

- بللورات صلبة: مثل الياقوت الصناعي المطعم بالكروم.
- صبغات سائلة: مثل الصبغات العضوية المذابة في الماء.
- غازات: مثل خليط غازي الهيليوم مع النيون او جزيئات غازية مثل غاز ثاني أكسيد الكربون.
- مواد صلبة شبه موصلة: مثل بللورات السيليكون

2) مصادر الطاقة:

- الطاقة الكهربية:

أ- مصادر الترددات الراديوية (RF).

ب- التفريغ الكهربي: باستخدام فرق جهد مستمر عالي، وغالباً تستخدم هذه الطريقة في أجهزة الليزر الغازية.

- الطاقة الضوئية: تعرف الإثارة بالطاقة الضوئية بعملية الضخ الضوئي وتتم بطريقتين:

أ- المصابيح الوهاجة ذات الطاقات العالية: مثل المستخدمة في ليزر الياقوت.

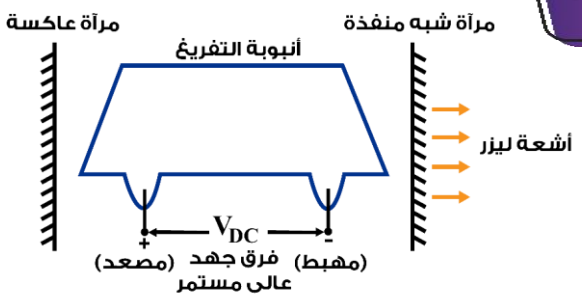
ب- باستخدام شعاع ليزر كمصدر للطاقة: مثل المستخدمة في ليزر الصبغات السائلة.

- الطاقة الحرارية: يستخدم التأثير الحراري المتولد عن الضغط الحركي للغازات في إثارة المواد التي تبعث ليزر.
- الطاقة الكيميائية: حيث تعطي الطاقة الكيميائية بين المواد طاقة تؤدي لإثارة جزيئاتها.

3) التجويف الرنيني:

- تجويف رنيني خارجي: يستخدم هذا النوع في الليزر الغازي أو السائل.
- تجويف رنيني داخلي: يستخدم هذا النوع في ليزر الياقوت (الصلب).

ليزر الهيليوم نيون

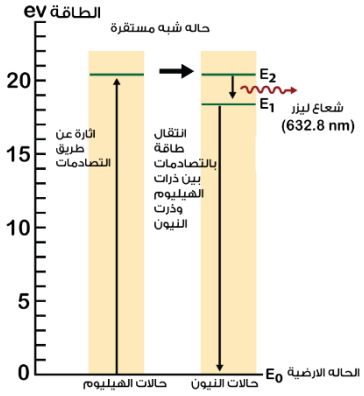


1) **الوسط الفعال**
- خليط غازي الهيليوم والنيون $1_{\text{نيون}} : 10_{\text{هيليوم}}$

2) **مصدر الطاقة**
- فرق جهد كهربي عالي مستمر

3) **التجويف الرنيني**
- مرآه عاكسة تمامًا 99.5%
- مرآه شبه منفذة 98% (هي المسئولة عن التحكم في شدة الشعاع الخارج)

انتقالات ليزر الهيليوم نيون



1) **إثارة الهيليوم:** تنتقل ذرات الهيليوم من المستوى الأرضي (E_0) إلى المستوى شبه المستقر (E_2) باكتساب الطاقة من إلكترونات التفريغ الكهربي.
2) **إثارة النيون:** تصطدم ذرات الهيليوم المثارة بذرات النيون، لتنقلها من المستوى الأرضي (E_0) إلى المستوى شبه المستقر (E_2) وتُحقق وضع الإسكان المعكوس.
3) **إنتاج الليزر:** تهبط ذرات النيون بالانبعاث المستحث من المستوى (E_2) إلى المستوى الأدنى (E_1)، مطلقة فوتونات شعاع الليزر الأحمر.
4) **الإنتاج الحراري:** تهبط ذرات النيون سريعاً من المستوى (E_1) إلى المستوى الأرضي (E_0)، متخلصة من باقي طاقتها على شكل حرارة.

تطبيقات الليزر

1) **الهولوجرام**

كيفية حدوثه:

1) تستخدم أشعة لها نفس الطول الموجي ومتوازية منعكسة من مرآة تسمى الأشعة المرجعية تلتقي مع الأشعة التي تترك الجسم المضاء (حاملة المعلومات) عند اللوح الفوتوغرافي.
2) يحدث تداخل ضوئي بين حزمتي الأشعة وبعد تحميض اللوح الفوتوغرافي تظهر عليه هدب التداخل الناتجة وهي صورة مشفرة تسمى الهولوجرام.
3) عند إنارة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجي فإننا نرى بالعين المجردة صورة مماثلة للجسم تماماً بأبعاده الثلاثية دون استخدام عدسات ولا يمكن تحقيق ذلك إلا باستخدام مصدر ضوئي فوتونات أشعته مترابطة وهذا متوفر في أشعة الليزر فقط.
4) باستخدام أشعة الليزر نخزن الصور على الهولوجرام كما يمكن الحصول على صورة مجسمة لأجسام متحركة.

ملحوظة:

تكون صور الأجسام لسقوط الأشعة الضوئية المنعكسة من الجسم على اللوح الفوتوغرافي فتظهر الصورة ل:

1) اختلاف الشدة الضوئية واختلاف في السعة حيث أن الشدة الضوئية تتناسب طردياً مع مربع السعة.
2) اختلاف في طول المسار بين كل نقطة على سطح الجسم واللوح الفوتوغرافي بسبب وجود تضاريس على سطح الجسم وبذلك يكون هناك اختلاف في طور الضوء حيث أن:

$$\text{فرق الطور} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$

مراجعة الفصل الثامن

تأثير الحرارة على التوصيلية الكهربية

عند 0K = -273 °C

1- تكون كل الروابط سليمة فلا يوجد حاملات شحنة

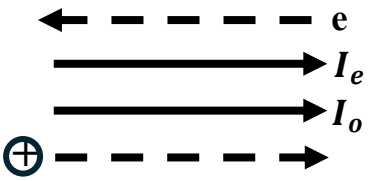
2- تنعدم التوصيلية وتصبح البلورة عازلة تمامًا

برفع درجة الحرارة ثم ثبوتها وحدوث الاتزان الحراري

المميزات	العيوب
يزداد معدل كسر الروابط ويزداد تركيز حاملات الشحنة وتزداد التوصيلية الكهربية وتقل المقاومة	الاتزان الحراري: معدل كسر الروابط = معدل تكوينها ($n = p$) باستمرار ارتفاع الحرارة تتحطم البلورة

ملحوظة

تيار الإلكترونات عكس اتجاه حركة الإلكترونات



تيار الفجوات في نفس اتجاه حركة الفجوات

التطعيم

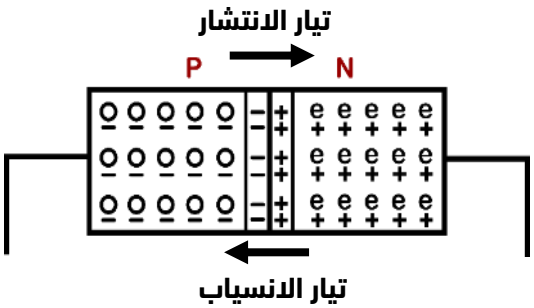
شوائب خماسية N-type	شوائب ثلاثية P-type
فوسفور – أنتيمون - زرنيخ	ألومنيوم – بورون - جاليوم
يزداد تركيز الإلكترونات	يزداد تركيز الفجوات
تصبح أيونًا موجبًا	تصبح أيونًا سالبًا
ذرة مانحة N_D^+	ذرة مستقبلة N_A^-
الشحنة الكهربية	
متعادلة حيث: $n = P + N_D^+$	متعادلة حيث: $P = n + N_A^-$
حاملات الشحنة	
$n > P$	$P > n$

قانون فعل الكتلة

$$n \times p = ni^2$$

إضافة شوائب خماسية	إضافة شوائب ثلاثية
$\because n = N_D^+$	$\because p = N_A^-$
$\therefore p = \frac{ni^2}{ND^+} = \frac{ni^2}{n}$	$\therefore n = \frac{ni^2}{NA^-} = \frac{ni^2}{p}$

الوصلة الثنائية



1- تيار الانتشار ينشأ من البلورة الموجبة إلى البلورة السالبة

2- ينشأ جهد موجب للبلورة السالبة وجهد سالب للبلورة الموجبة عند جانبي موضع التلامس يؤدى لتواجد منطقة خالية من الفجوات والإلكترونات الحرة تسمى بالمنطقة القاحلة أو الفاصلة

3- تيار الانسياب ينشأ بسبب المجال الكهربي من البلورة السالبة (الشحنات الموجبة) إلى البلورة الموجبة (الشحنات السالبة)

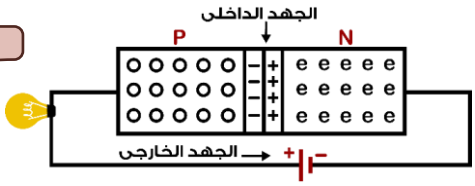
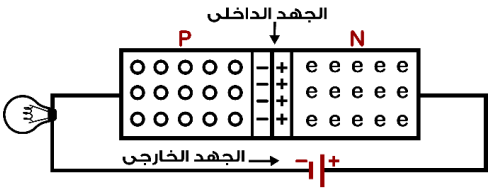
4- عندما يتساوى تيار الانتشار مع تيار الانسياب تتزن الوصلة الثنائية وتتكون المنطقة القاحلة والجهد الحاجز

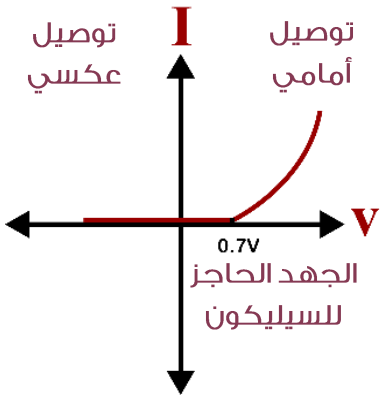
ملحوظة

1- البللورة السالبة تكون شحنتها متعادلة

2- البللورة السالبة في الدايود تكون شحنتها موجبة

توصيل الوصلة الثنائية في الدائرة الكهربية

طريقة التوصيل	التوصيل الأمامي	التوصيل العكسي
		
	← توصيل القطب الموجب للبطارية بالبللورة الموجبة والقطب السالب للبطارية بالبللورة السالبة	← توصيل القطب السالب للبطارية بالبللورة الموجبة والقطب الموجب للبطارية بالبللورة السالبة
الجهد الحاجز	←يقل الجهد الحاجز	←يزداد الجهد الحاجز
المنطقة الفاصلة	←يقل عرض المنطقة الفاصلة	←يزداد عرض المنطقة الفاصلة
مرور التيار	←تقل المقاومة وتسمح بمرور التيار	←تزداد المقاومة ولا تسمح بمرور التيار الكهربى



ملحوظة

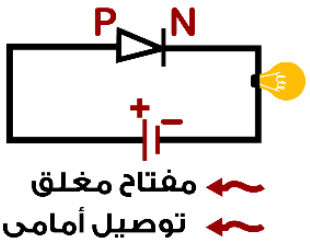
تسمح الوصلة الثنائية بمرور التيار عندما:

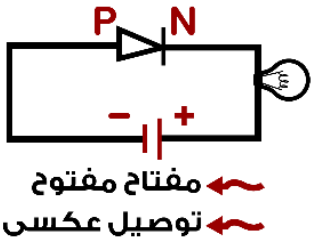
1- تكون متوصلة توصيل أمامي

2- يكون الجهد الخارجي أكبر من الجهد الحاجز للوصلة الثنائية

استخدامات الوصلة الثنائية

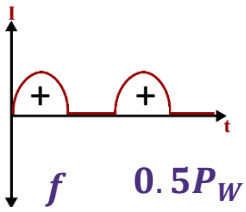
1- كمفتاح



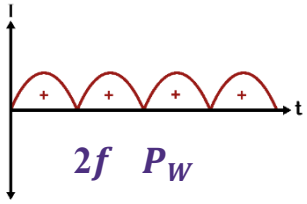


2- كمقوم

نصف موجي



موجي كامل

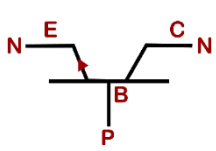


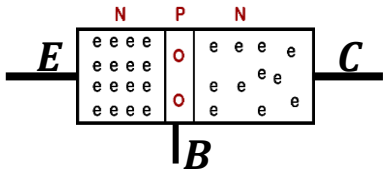
الترانزستور

	تركيز الشوائب	المساحة
الباعث	الأعلي تركيز	متوسط المساحة
المجمع	متوسط التركيز	الأكبر مساحة
القاعدة	الأقل تركيز	الأصغر مساحة

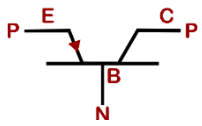
أنواع الترانزستور

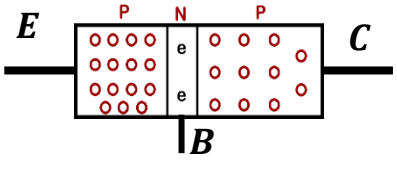
1- *NPN*



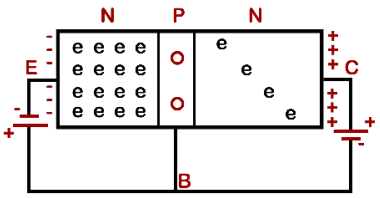


2- *PNP*





توصيل الترانزستور قاعدة مشتركة



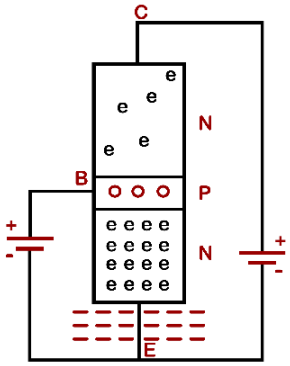
توصل القاعدة مع المجمع "عكسي"

توصل القاعدة مع الباعث "أمامي"

استخدامه

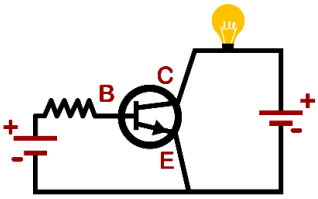
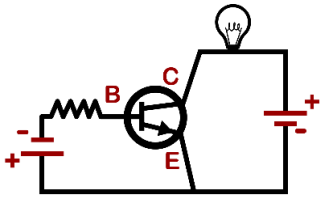
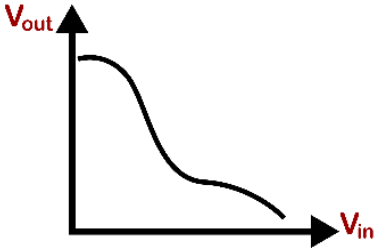
يستخدم في تكبير الجهد والقدرة فقط، لكنه لا يستطيع تكبير التيار

توصيل الترانزستور باعث مشترك



الباعث – القاعدة "أمامي"

يوصل الباعث مع المجمع بحيث يكون المجمع موصل بالقطب الموجب والباعث بالقطب السالب.

توصيل أمامي	توصيل عكسي
	
كمكبر	
يستطيع تكبير التيار – الجهد – القدرة ويظهر تأثير التكبير عند المجمع	لا يستطيع التكبير
كمفتاح	
مفتاح مغلق يسمح بمرور التيار في دائرة المجمع	مفتاح مفتوح لا يسمح بمرور التيار في دائرة المجمع
كعاكس	
يستطيع عكس الإشارة الكهربية V_{in} كبير ← V_{out} صغير	يستطيع عكس الإشارة الكهربية V_{in} صغير ← V_{out} كبير
	

أهم قوانين الترانزستور

$$I_E = I_C + I_B$$

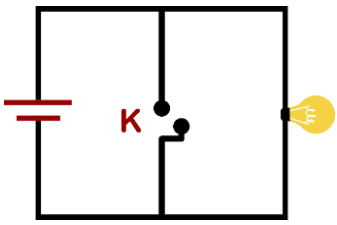
$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$$

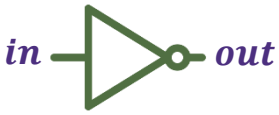
$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{(1-\alpha_e)}$$

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

البوابات المنطقية

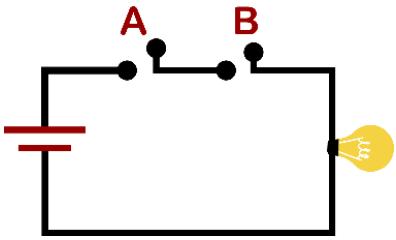
NOT -1





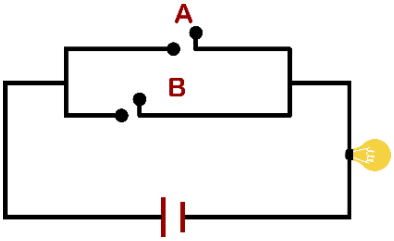
- مدخل واحد فقط
- بتعكس الإشارة
- مفتاح توازي مع مصباح

AND -2



- مدخلين على الاقل
- لو لمحت صفر تطلع صفر
- مفتاحين توالي مع بعض

OR -3



- مدخلين على الاقل
- لو لمحت واحد تطلع واحد
- مفتاحين توازي مع بعض

ملحوظة

لو عندك اكتر من مدخلين

عدد احتمالات الدخل $= 2^n$ " n هي عدد المداخل"