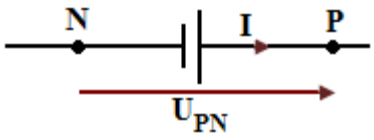
تصرف العام لدارة كهربائية
Comportement global d'un circuit électrique

I ـ توزيع الطاقة الكهربائية خلال مدة زمنية Δt

1 ـ على مستوى المولد

الولد ثنائي قطب نشيط مميزته ($U_{PN} = f(I)$) خطية وينتج الطاقة الكهربائية.

اصطلاح المولد هو:

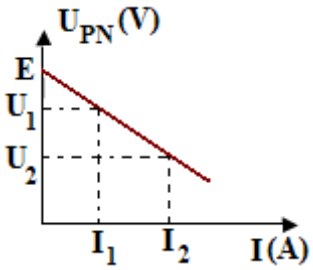


1 ـ 1 ـ قانون أوم بالنسبة للمولد

مميزة المولد: $U_{PN} = E - rI$

E : القوة الكهرمحركة للمولد (Force 2lectromotrice) وحدتها V ؛

r : المقاومة الداخلية للمولد وحدتها الأوم Ω: $r = -\frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} \rangle 0$



1 ـ 2 ـ الحصيلة الطاقية لمولد كهربائي

التوتر U_{PN} بين مربطي مولد هو: $U_{PN} = E - rI$

نقوم بعملية الضرب في $I\Delta t$ طرفي المتساوية:

$U_{PN}.I\Delta t = E.\ I\Delta t - r\ .\ I^2\Delta t$

ومنه فإن: $$EI\Delta t = U_{PN}.I.\Delta t + rI^2\Delta t \qquad (1)$$

$U_{PN}.I\Delta t$: تمثل الطاقة المكتسبة من طرف الدارة والممنوحة من طرف المولد وهي الطاقة النافعة W_e

$r\ .\ I^2\Delta t$: تمثل الطاقة الحرارية المبددة بمفعول جول في المولد: W_J

$E.\ I\Delta t$: تمثل الطاقة الكلية W_g للمولد وهي الطاقة التي يستهلكها المولد قصد تحويلها إلى طاقة كهربائية، وقد تكون طاقة كيميائية أو طاقة ميكانيكية...

وبالتالي يكون لدينا: $W_g = W_e + W_J$

1 ـ 3 ـ حصيلة القدرة

بقسمة طرفي المعادلة (1) على Δt نحصل على: $EI = U_{PN}.I + rI^2$

- $P_g = EI$
- $P_e = U_{PN}I$
- $P_J = rI^2$

1 ـ 4 ـ مردود المولد

مردود المولد هو خارج قسمة الطاقة (القدرة) النافعة W_e (P_e) على الطاقة (القدرة) الكلية W_g (P_g):

$$\rho = \frac{W_e}{W_g} = \frac{U_{PN}.I.\Delta t}{E.I.\Delta t} = \frac{U_{PN}}{E}$$

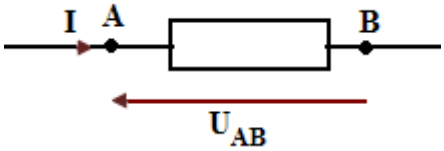
$$\rho = 1 - \frac{rI}{E}$$

$\rho < 1$ وبدون وحدة.

2 ـ على مستوى مستقبل

2 ـ 1 ـ قانون أوم لمستقبل

التوتر U_{AB} بين مربطي مستقبل AB (محرك، محلل كهربائي...) يمر فيه تيار كهربائي شدته I هو:



$U_{AB} = E' + r'I$

E' : القوة الكهرمحركة المضادة للمستقبل؛

r' : المقاومة الداخلية للمستقبل.

2 ـ 2 ـ الحصيلة الطاقية لمستقبل

$$U_{AB}I\Delta t = E'.I.\Delta t + r'I^2\Delta t \qquad (1')$$

$U_{AB}I\Delta t$: تمثل الطاقة الكهربائية المكتسبة (reçue) من طرف المستقبل W_r ؛

$E'I\Delta t$: تمثل الطاقة النافعة (Utile) W_U وتكون ميكانيكية (محرك) أو كيميائية (محلل كهربائي)...

$R'I^2\Delta t$: تمثل الطاقة الحرارية المبددة بمفعول جول في المستقبل W_J .

وبالتالي لدينا: $W_r = W_U + W_J$

2 - 3 - حصيلة القدرة

بقسمة طرفي المتساوية (1') على Δt نحصل على: $U_{AB}I = E'.I + r'I^2$

- $P_r = U_{AB}I$
- $P_U = E'I$
- $P_J = r'I^2$

2 - 4 - مردود مستقبل

هو خارج قسمة الطاقة (القدرة) النافعة WU (PU) على الطاقة (القدرة) المكتسبة Wr (Pr):

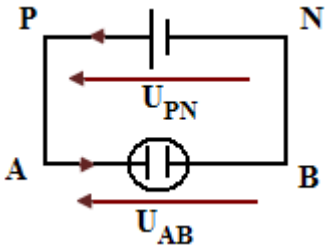
$$\rho = \frac{W_U}{W_r} = \frac{E'.I.\Delta t}{U_{AB}.I.\Delta t} = \frac{E'I}{E'I + r'I^2} \Longleftarrow \rho = \frac{E'}{E' + r'I}$$

ρ < 1 وبدون وحدة.

3 - المردود الكلي لدارة بسيطة

نعتبر دارة كهربائية تضم مولدا كهربائيا مركبا على التوالي مع مستقبل (محلل كهربائي) نعرف المردود الكلي لهذه الدارة بالعلاقة:

$$\rho = \frac{E'I\Delta t}{EI\Delta t} = \frac{E'}{E}$$



- مردود المحلل الكهربائي: $\rho_1 = \frac{E'I\Delta t}{U_{AB}I\Delta t} = \frac{E'}{U_{AB}}$

- مردود المولد: $\rho_2 = \frac{U_{PN}.I.\Delta t}{E.I.\Delta t} = \frac{U_{PN}}{E}$

لدينا $U_{AB} = U_{PN}$

وبالتالي: $\rho = \rho_1 \times \rho_2 = \frac{E'}{E}$

II - العوامل المؤثرة على الطاقة الممنوحة من طرف مولد في دارة مقاومية

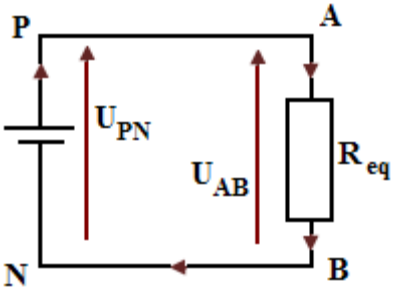
1 - شدة التيار الكهربائي في دارة مقاومية

نعتبر مولدا كهربائيا (E, r) مركبا على التوالي مع موصل أومي مكافئ لموصلات أومية مركبة على التوالي أو على التوازي ومقاومته R_{eq} .

حسب قانون أوم:

- ✓ بالنسبة للمولد: $U_{PN} = E - rI$
- ✓ بالنسبة للثنائي القطب AB : $U_{AB} = R_{eq}.I$

لدينا $U_{PN} = U_{AB}$ إذن: $E - rI = R_{eq}I$



وبالتالي: $I = \frac{E}{r + R_{eq}}$

2 - تأثير القوة الكهرمحركة E والمقاومة المكافئة Req على الطاقة الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt

الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt هي: $W_e = U_{PN}.I.\Delta t$

$W_e = R_{eq}.I^2.\Delta t$

إذن: $W_e = \frac{R_{eq}}{(r + R_{eq})^2} E^2 \Delta t$

تتناسب الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt مع مربع القوة الكهرمحركة E .

ملحوظة:

متى تكون القدرة الممنوحة من طرف المولد قصوى؟

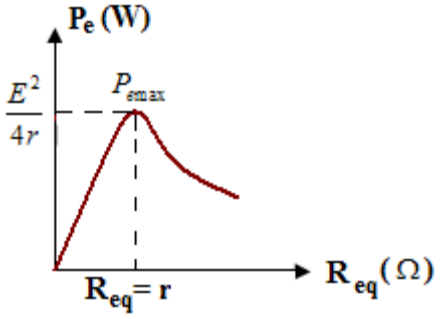
لدينا:

$$P_e = \frac{W_e}{\Delta t} \Rightarrow P_e = \frac{R_{eq}}{\left(r + R_{eq}\right)^2} E^2$$

عند دراسة تغيرات P_e بدلالة R_{eq} نتوصل إلى أن P_e تأخذ قيمة قصوية عند $R_{eq} = r$ أي أن:

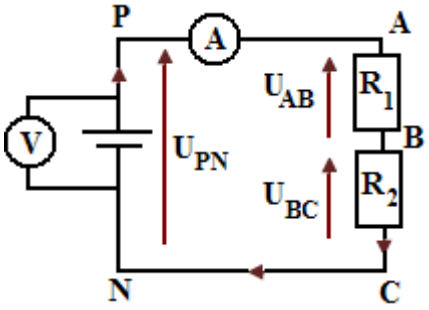
$$P_{emax} = \frac{E^2}{4r}$$

التمثيل المبياني $P_e = f(R_{eq})$



نشاط تجريبي: تأثير كيفية تجميع المقاومات

أ ـ التركيب على التوالي:



$R_2 = 100\Omega$ ، $R_1 = 50\ \Omega$

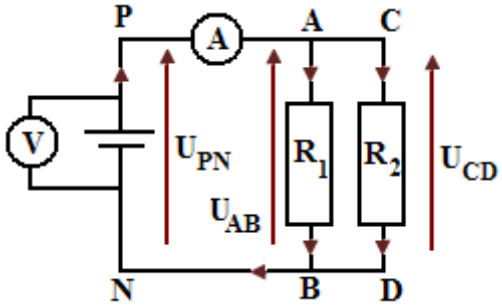
$I = 40\ mA$ ، $E = 6V$

نحسب القدرة الممنوحة من طرف المولد: $P_1 = E.I = 0{,}24W$

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$P_1 = \frac{R_{eq}}{\left(R_{eq}\right)^2} E^2 = \frac{1}{R_1 + R_2} E^2$$

ب ـ التركيب على التوازي:



$R_2 = 100\Omega$ ، $R_1 = 50\ \Omega$

$I = 180\ mA$ ، $E = 6V$

نحسب القدرة الممنوحة من طرف المولد: $P_2 = E.I = 1{,}08W$

نلاحظ أن: $P_2 > P_1$

لدينا:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

إذن:

$$P_2 = \frac{R_{eq}}{\left(R_{eq}\right)^2} E^2 = \frac{1}{R_{eq}} E^2 \Rightarrow P_2 = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} E^2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} E^2}{\frac{1}{R_1 + R_2} E^2} = \frac{\left(R_1 + R_2\right)^2}{R_1 \times R_2} \rangle 1$$

وبالتالي: $P_2 \rangle P_1$

بصفة عامة:

القدرة الكهربائية التي يمنحها المولد لموصلات أومية مركبة على التوازي أكبر من القدرة الكهربائية التي يمنحها هذا المولد لنفس الموصلات الأومية المركبة على التوالي.

3 ـ حدود اشتغال موصل أومي

يعطي الصانع عادة قيمة المقاومة R وكذا القدرة القصوية P_{max} التي يمكن للموصلات الأومية تحملها وبالتالي نحسب I_{max} و U_{max} بالعلاقة:

$$P_{max} = U_{max}\, I_{max}$$

$$P_{max} = R\, I_{max}^2 \Rightarrow I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}}$$

$$U_{max} = R\, I_{max} \Rightarrow U_{max} = \sqrt{R P_{max}}$$