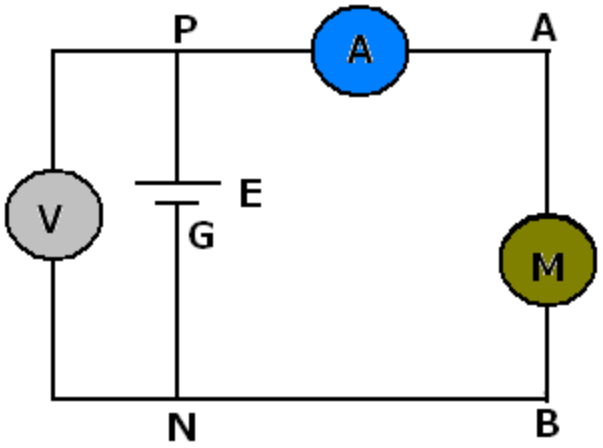
I ـ انحفاظ الطاقة في دارة كهربائية

النشاط التجريبي 1

ننجز التركيب التجريبي التالي :



I شدة التيار الكهربائي التي يعطيها المولد G .

$\mathcal{P}_g$ القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد

$\mathcal{P}_1$ القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك .

دون النتائج في الجدول التالي :

ـ 1

I	U_{PN}	U_{AB}	P_g	P_1

أكتب تعابير P_g و P_1 ، بالنسبة لكل ثنائي قطب ثم أحسب قيمتها ودونها في الجدول أعلاه .

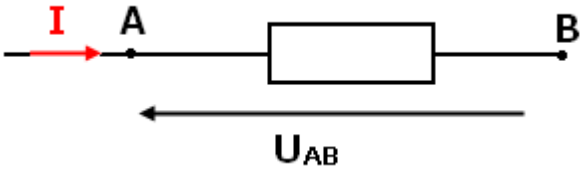
2 ـ تأكد من أن مبدأ انحفاظ الطاقة يتحقق في هذا التركيب .

II ـ توزيع الطاقة الكهربائية خلال مدة زمنية Δt

1 ـ على مستوى مستقبل

أ ـ قانون أوم بالنسبة لمستقبل

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



$U_{AB} = E' + r'I$ حيث E′ القوة الكهرمحركة المضادة للمستقبل .

r′ : المقاومة الداخلية للمستقبل .

ب ـ الحصيلة الطاقية لمستقبل

الطاقة المكتسبة من طرف مستقبل هي : $W_e = U_{AB} I \Delta t$

بما أن

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

فإن

$$W_e = (E' + r'I) I\Delta t = E'I\Delta t + r'I^2\Delta t$$

من خلال هذا العلاقة يتبين أنها تتكون من مقدارين :

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

$E'I\Delta t$ تمثل الطاقة النافعة W_u تكون هذه الطاقة ميكانيكية(محرك) ، كيميائية(محلل كهربائي)

R

وبالتالي فالطاقة التي يكتسبها مستقبل W_e يحولها إلى طاقة نافعة W_u وطاقة مبددة بمفعول جول W_J طاقة حرارية .

$$W_e=W_u+W_J$$

$$\mathbf{W_e = E'I\Delta t + r'I^2\Delta t}$$

ج ـ مردود مستقبل

مردود مستقبل هو خارج قسمة الطاقة (أو القدرة) النافعة على الطاقة(أو القدرة) المكتسبة من طرف المستقبل .

$$\rho = \frac{W_u}{W_e}$$

$$\rho = \frac{E'I\Delta t}{(E'+r'I)I\Delta t} = \frac{E'}{E'+r'I}$$

المردود $\rho > 1$ وهو بدون وحدة .

2 ـ على مستوى المولد

أ ـ قانون أوم بالنسبة لمولد

التوتر U_{AB} بين مربطي مولد يمر فيه تيار كهربائي شدته I هو :

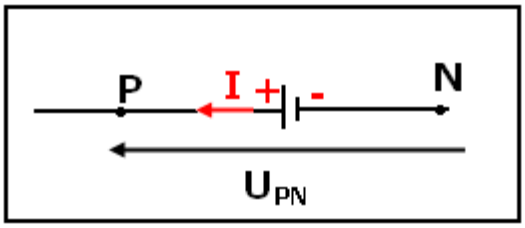
$$U_{AB}=E-rI$$

حيث E القوة الكهرمحركة للمولد .

r المقاومة الداخلية للمولد .

وتمثل E التوتر بين مربطي المولد عندما لا يجتازه أي تيار كهربائي .

مثال بالنسبة لعمود مسطح E=4,5V و r=1,5Ω



رمز المولد الكهربائي

ب ـ الحصيلة الطاقية لمولد كهربائي .

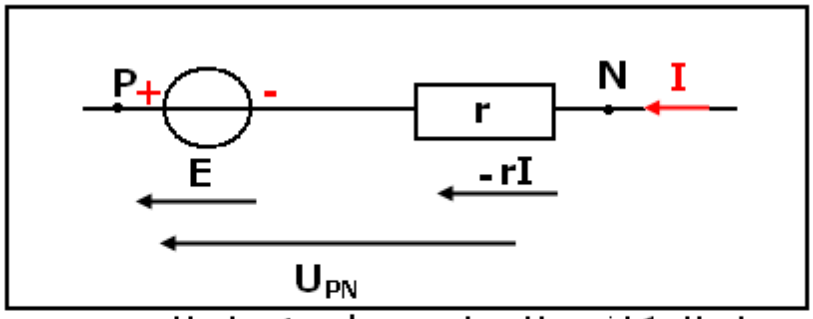
التوتر U_{PN} بين مربطي مولد هو

(1) $U_{PN}=E-rI$

نقوم بعملية الضرب في $I\Delta t$ طرفي المتساوية (1) نحصل على: $U_{PN}.\ I\Delta t = E\ I\Delta t - rI^2\ \Delta t$:

أي أن : $\mathbf{EI\Delta t = U_{PN}I\Delta t + rI^2\Delta t}$

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



التمثيل المكافئ للمولد : مولد مؤمثل للتوتر ، توتره E مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومته r

تمثل $\mathbf{rI^2\Delta t}$ الطاقة الحرارية W_J المبددة بمفعول جول في المولد .

تمثل $\mathbf{EI\Delta t}$ الطاقة الكلية للمولد W_T وهي الطاقة التي يستهلكها المولد قصد تحويلها إلى طاقة كهربائية ، وقد تكون طاقة كيميائية أو طاقة ميكانيكية (المنوبات ...) أو شكل آخر من أشكال الطاقة .

R

وبالتالي تكون لدينا : $W_T=W_e+W_J$

ج ـ مردود مولد

مردود مولد هو خارج قسمة الطاقة (القدرة) النافعة W_e على الطاقة (القدرة) الكلية W_T

$$\rho=\frac{W_e}{W_T}=\frac{U_{PN}I\Delta t}{EI\Delta t}=\frac{U_{PN}}{E}=1-\frac{rI}{E}$$

$\rho<1$ وبدون وحدة .

3 ـ 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 في الدارة هو : $\rho_2=\frac{E'}{U_{AB}}$

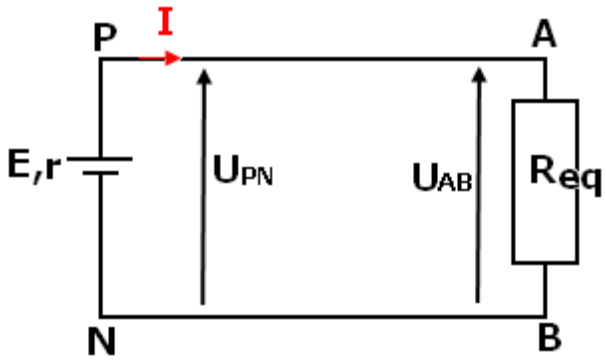
مردود المولد الكهربائي في الدارة هو $\rho_2=\frac{U_{PN}}{E}$

بما أن $U_{PN}=U_{AB}$ نستنتج أن $\rho=\rho_1.\rho_2$

III ـ العوامل المؤثرة على الطاقة الممنوحة من طرف مولد في دارة كهربائية .

1 ـ شدة التيار الكهربائي في دارة مقاومة

نعتبر مولدا كهربائيا (E,r) مركب على التوالي مع موصل أومي مكافئ لموصلات أومية مركبة على التوالي إو على التوازي وقاومته R_{eq}



حسب قانون أوم بالنسبة لمولد لدينا :

$$U_{PN}=E-rI$$

وقانون أوم بالنسبة لثنائي القطب AB :

$$U_{AB}=R_{eq}I$$

وبما أن $U_{PN}=U_{AB}$ فإن $E-rI=R_{eq}I$ وبالتالي :

$$I=\frac{E}{r+R_{eq}}$$

2 ـ تأثير القوة الكهرمحركة E والمقاومة المكافئة R_{eq} على الطاقة الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt .

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

$$We=R_{eq}I^2\Delta t=\frac{R_{eq}}{(r+R_{eq})^2}E^2\Delta t$$

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

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

في حالة r=0 أي لدينا تغدية مستمرة مثبتة تعطي توترا U_{PN} ثابتا ومساويا للقوة الكهرمحركة E ($U_{PN}=E$) تكون الطاقة الممنوحة من طرف المولد هي :

$$We = \frac{E^2}{R_{eq}} \Delta t$$

ونستنتج أن بالنسبة لقوة كهرمحركة E ثابتة تتناسب W_e عكسيا مع R_{eq} .

ملحوظة : متى تكون القدرة الممنوحة من طرف مولد قصوى ؟

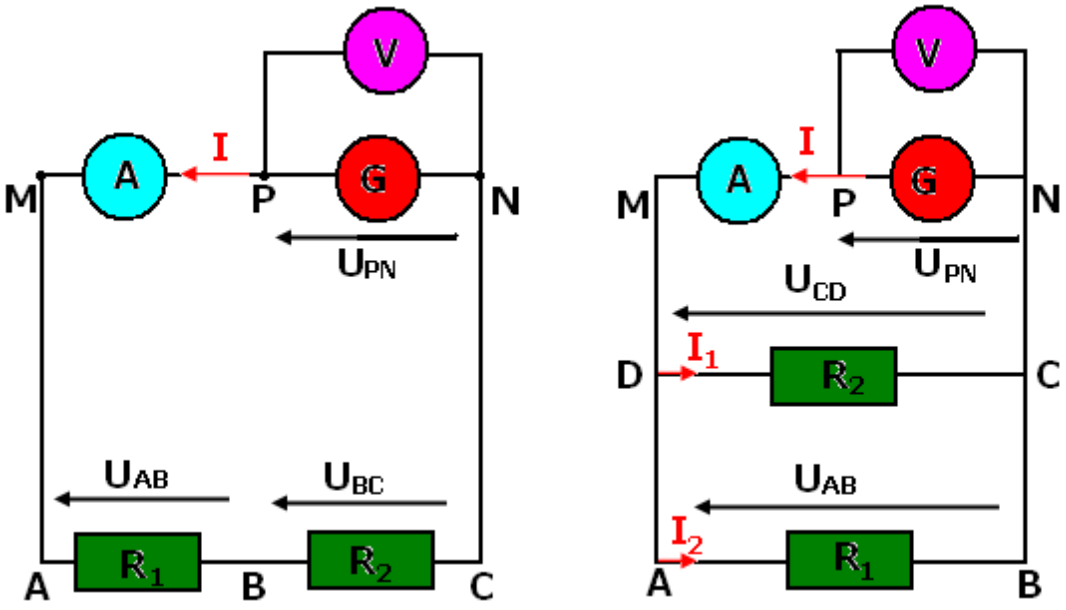
لدينا

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

دراسة تغيرات $\mathcal{P}_e$ بدلالة R_{eq} نتوصل إلى أن $\mathcal{P}_e$ تأخذ قيمة قصوية عند $R_{eq}=r$ أي أن

$$P_{e\,max} = \frac{E^2}{4r}$$

النشاط التجريبي 2



ننجز التركيب التجريبي الذي يضم مولدا كهربائيا وموصلين أوميين مركبين على التوالي بحيث نضبط التوتر $U_{PN}=E=6V$ ونقيس شدة التيار الكهربائي I :

نعيد نفس القياس بعد تركيب نفس الموصلين الأوميين على التوازي .

1 ـ أحسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد في كلتي الحالتين . ماذا تستنتج

2 ـ نسمي R_{eq} المقاومة المكافئة للموصلين R_1 و R_2 ، بتطبيق قانون جول بين أن :

R

* $R_{eq} = R_1 + R_2$ بالنسبة للتركيب على التوالي .

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ بالنسبة للتركيب على التوازي .

3 ـ كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع المقاومة المكافئة R_{eq} ؟

4 ـ ننجز التركيب الكهربائي الذي يضم مولدا كهربائيا وموصلين أوميين مركبين على التوالي ونضبط في هذه الحالة ، التوتر U_{PN} على القيمة $U_{PN}=E=12V$ ونقيس I شدة التيار الكهربائي .

4 ـ 1 أحسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد ، ثم قارنها مع القدرة الكهربائية الممنوحة في حالة $U_{PN}=E=6V$.

4 ـ 2 كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع القوة الكهرمحركة E ؟

VI ـ الحصيلة الطاقية لدارة تحتوي على ترانزستور أو مضخم عملياتي . (خاص بالعلوم الرياضية)

1 ـ الحصيلة الطاقية لتركيب إلكتروني .

ـ تذكير بالسلسلة الإلكترونية :

تحتوي سلسلة إلكترونية على العناصر التالية :

- دارة الدخول وتضم جهاز التحكم
- التركيب الإلكتروني ويضم جهازا إلكترونيا وتغديته .
- دارة الخروج وتتكون من جهاز الاستعمال

بالنسبة لسلسلة إلكترونية لدينا :

P_e القدرة الكهربائية التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف دارة الدخول هي :

$$P_e = U_e . I_e$$

P_s القدرة الكهربائية التي يمنحها التركيب الإلكتروني لدارة الخروج هي :

$$P_s = U_s . I_s$$

P_a القدرة الكهربائية التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف التغذية .

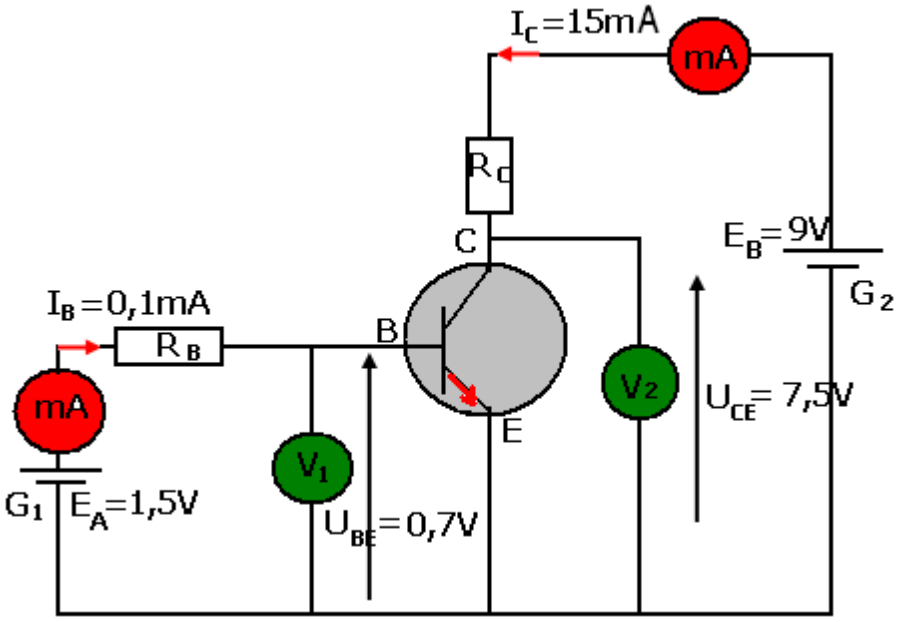
يستقبل التركيب الإلكتروني القدرة $\mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e$ ، ويمنح القدرة $\mathcal{P}_s$ لدارة الخروج .

وتبين التجربة أن $\mathcal{P}_s < \mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e$. وحسب مبدأ انحفاظ الطاقة فإن الفرق $\Delta\mathcal{P}= \mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e-\mathcal{P}_s$ يتحول إلى قدرة حرارية تتبدد في التركيب الإلكتروني .

مردود التركيب الإلكتروني : $\rho = \frac{P_s}{P_a + P_e}$

النشاط التجريبي 3: الحصيلة الطاقية لدارة تحتوي على ترانزستور .

لدينا التركيب الكهربائي الممثل في الشكل جانبه ، حيث يحتوي على ترانزستور يشتغل في النظام الخطي ، الوصلة BE مستقطبة في المنحى المباشر .



1 ـ أحسب القدرتين P_{G_1} و P_{G_2} الممنوحتين من طرف المولدين G_1 و G_2 . واستنتج القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية .

$P_{G_1} = E_B . I_B$ و $\mathcal{P}_{G2}=E_C.I_C$

القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية هي :

$\mathcal{P}_a=\mathcal{P}_{G1}+\mathcal{P}_{G2}$

$\mathcal{P}_a=135$mW

2 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_J$ المبددة بمفعول جول في الموصلين الأوميين R_B و R_C .

$$P_J = R_B . I_B^2 + R_C . I_C^2 = 22,5\text{mW}$$

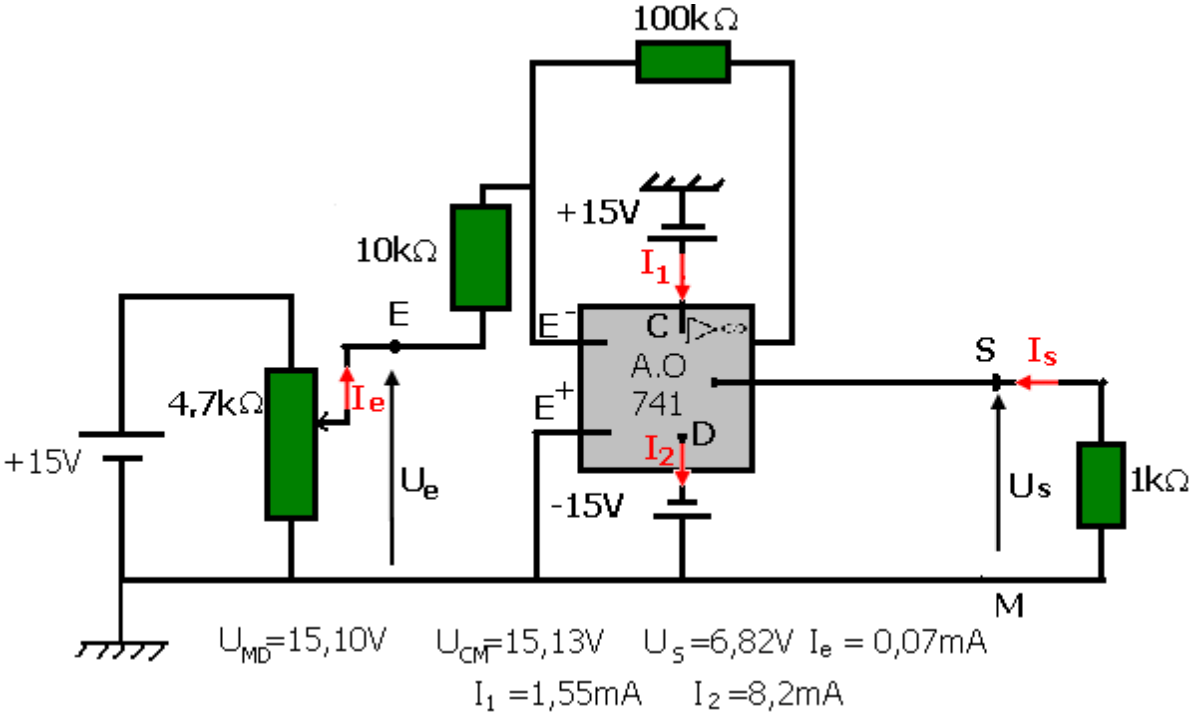
3 ـ عبر عن القدرة الكهربائية P_T التي يكتسبها الترانزستور من خلال وصلتيه BE و CE بدلالة I_B و U_{BE} و I_C و U_{CE} . أحسب P_T

$$P_T = U_{BE} . I_B + U_{CE} . I_C = 112,5\text{mW}$$

نستنتج أن القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف التغذية تتحول إلى قدرة كهربائية P_J تتبدد في الموصلات الأومية بمفعول جول ، وإلى قدرة كهربائية P_T تتبدد في الترانزستور على شكل حرارة .

$$P_a = P_J + P_T$$

النشاط التجريبي 4 : الحصيلة الطاقية لدارة تحتوي على مضخم عملياتي .



ننجز التركيب أسفله والمتكون من :

ـ دارة الدخول : مولد ومعدّلة (تركيب مقسم التوتر)

ـ تركيب إلكتروني : تركيب مضخم عاكس يضم مضخما عملياتيا وتغديته وموصلين أوميين .

ـ دارة الخروج : موصل أومي R_C

نحرك الزالقة بحيث يشير الفولطمتر إلى التوتر $U_e=0,7V$ بين المربطين EgM .

نقيس التوترات U_s و U_{CM} و U_{MD} و شدات التيار الكهربائي I_e و I_1 و I_2 . فنحصل على القيم المشار إليها في التبيانة أعلاه .

1 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_e$ التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف دارة الدخول .

$$\mathcal{P}_e=U_e.I_e=0,05mW$$

2 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_s$ الممنوحة من طرف التركيب الإلكتروني إلى الموصل الأومي R_C .

$$\mathcal{P}_s=U_s.I_s=\frac{U_s^2}{R_C}=47mW$$

3 ـ قارن بين $\mathcal{P}_e$ و $\mathcal{P}_s$. ما مصدر القدرة الإضافية .

$$P_s=10^{-3}P_e$$

مصدر القدرة الإضافية P_s-P_e هو التغذية المستمرة المتماثلة .

4 ـ أحسب القدرة الكهربائية P_a الممنوحة من طرف التغذية المستمرة المتماثلة للمضخم العملياتي .

$$P_a=U_{CM}.I_1+U_{MD}.I_2=147mW$$

5 ـ بين أن القدرة المستهلكة من طرف التركيب الإلكتروني هي :

$$\Delta P = P_a + P_e - P_s$$

وإلى أي شكل من أشكال القدرة تتحول القدرة ΔP ؟

القدرة الكهربائية ΔP المستهلكة من طرف التركيب الإلكتروني هي الفرق بين القدرة الكلية $P_a + P_e$ التي يكتسبها والقدرة $\mathcal{P}_s$ التي يمنحها $\Delta P = P_a + P_e - P_s$

والقدرة ΔP تتبدد بمفعول جول في الموصلين الأوميين وفي المضخم العملياتي على شكل حرارة .

6 ـ مردود تركيب إلكتروني ρ هو :

$$\rho = \frac{P_s}{P_a + P_e}$$

$P_s = P_u$ القدرة النافعة و $P_a + P_e$ القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .

ما هي القدرة النافعة في هذه الحالة ؟

أحسب المردود ρ .

$P_a + P_e = 147mW$ القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .

$P_s = 47mW$ القدرة النافعة أي الممنوحة إلى دارة الخروج .

وبالتالي فمردود التركيب الإلكتروني هو :

$$\rho = 0,32 \quad 32\%$$