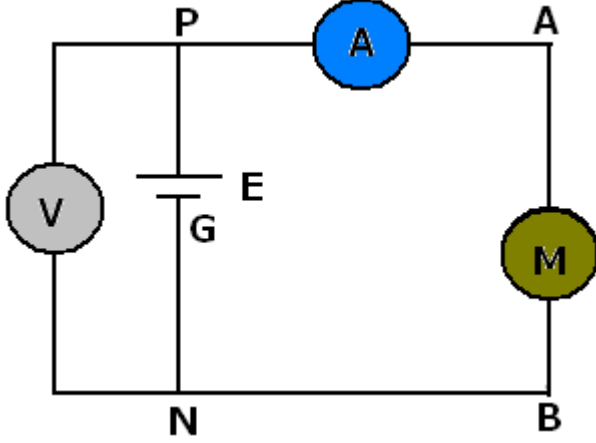


## I - انحفاظ الطاقة في دارة كهربائية

### النشاط التجريبي 1

نجز 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 :

	$I$	$U_{PN}$	$U_{AB}$	$\mathcal{P}_g$	$\mathcal{P}_1$
- 1					

أكتب تعابير  $\mathcal{P}_g$  و  $\mathcal{P}_1$  ، بالنسبة لكل ثنائي قطب ثم أحسب قيمتها ودونها في الجدول أعلاه

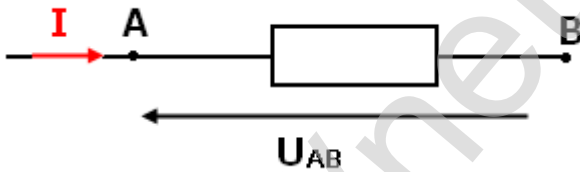
2 - تأكد من أن مبدأ انحفاظ الطاقة يتحقق في هذا التركيب .

## II - توزيع الطاقة الكهربائية خلال مدة زمنية $\Delta t$

### 1 - على مستوى مستقبل

#### أ - قانون أوم بالنسبة لمستقبل

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



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

$r'$  : المقاومة الداخلية للمستقبل .

#### ب - 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  $W_r$  المبددة بمفعول جول في المستقبل .

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

وبالتالي فالطاقة التي يكتسبها مستقبِل  $W_e$  يحولها إلى طاقة نافعة  $W_u$  وطاقة مبددة بمفعول جول  $W_j$  طاقة حرارية .

$$W_e = W_u + W_j$$

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

### ج - مردود مستقبِل

مردود مستقبِل هو خارج قسمة الطاقة (أو القدرة) النافعة على الطاقة (أو القدرة) المكتسبة من طرف المستقبِل .

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

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

المردود  $\rho > 1$  وهو بدون وحدة .

### 2 - على مستوى المولد

#### أ - قانون أوم بالنسبة لمولد

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

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

حيث  $E$  القوة الكهرومحرّكة 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  $r = 1,5\Omega$

#### ب - الحصيلة الطاقية لمولد كهربائي .

التوتر  $U_{PN}$  بين مربطي مولد هو

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

نقوم بعملية الضرب في  $I\Delta t$

طرفي المتساوية (1) نحصل

على :  $U_{PN} \cdot I\Delta t = E I\Delta t - rI^2 \Delta t$

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

تمثل  $U_{PN} I\Delta t$  الطاقة المكتسبة

من طرف الدارة والممنوحة من

طرف المولد  $W_e$  وهي الطاقة

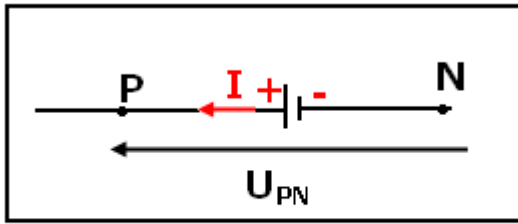
النافعة .

تمثل  $rI^2\Delta t$  الطاقة الحرارية  $W_j$  المبددة بمفعول جول في المولد .

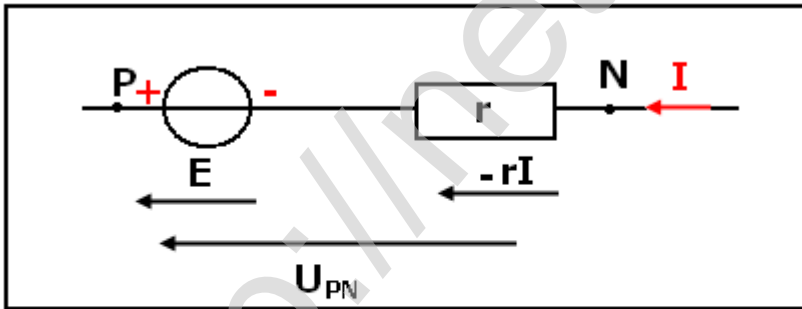
تمثل  $E I\Delta t$  الطاقة الكلية للمولد  $W_T$  وهي الطاقة التي يستهلكها المولد قصد تحويلها إلى

طاقة كهربائية ، وقد تكون طاقة كيميائية أو طاقة ميكانيكية ( المنوبات ... ) أو شكل آخر من

أشكال الطاقة .



رمز المولد الكهربائي



التمثيل المكافئ للمولد : مولد مؤتمل للتوتر

، توتره  $E$  مركب على التوالي مع موصل

أومي مقاومته  $r$

وبالتالي تكون لدينا :  $W_T = W_e + W_j$

### ج - مردود مولد

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

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

$\rho < 1$  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 :

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

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  $\rho = \rho_1 \cdot \rho_2$

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

#### 1 - شدة التيار الكهربائي في دارة مقاومة

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

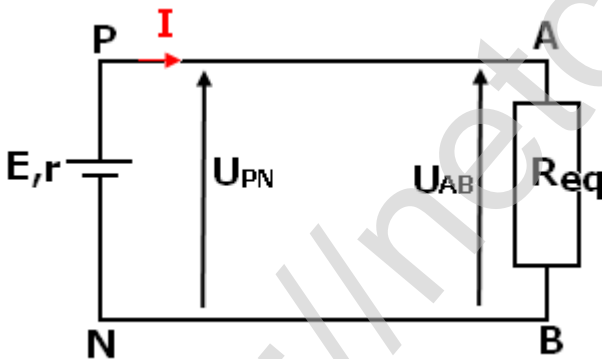
حسب قانون أوم بالنسبة لمولد لدينا :

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

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 - تأثير القوة الكهرومحركة E والمقاومة المكافئة  $R_{eq}$  على الطاقة الممنوحة من طرف مولد  
خلال مدة  $\Delta t$  .

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

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

تناسب الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد خلال مدة  $\Delta t$  مع مربع القوة الكهربائية المحركة : E

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

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

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

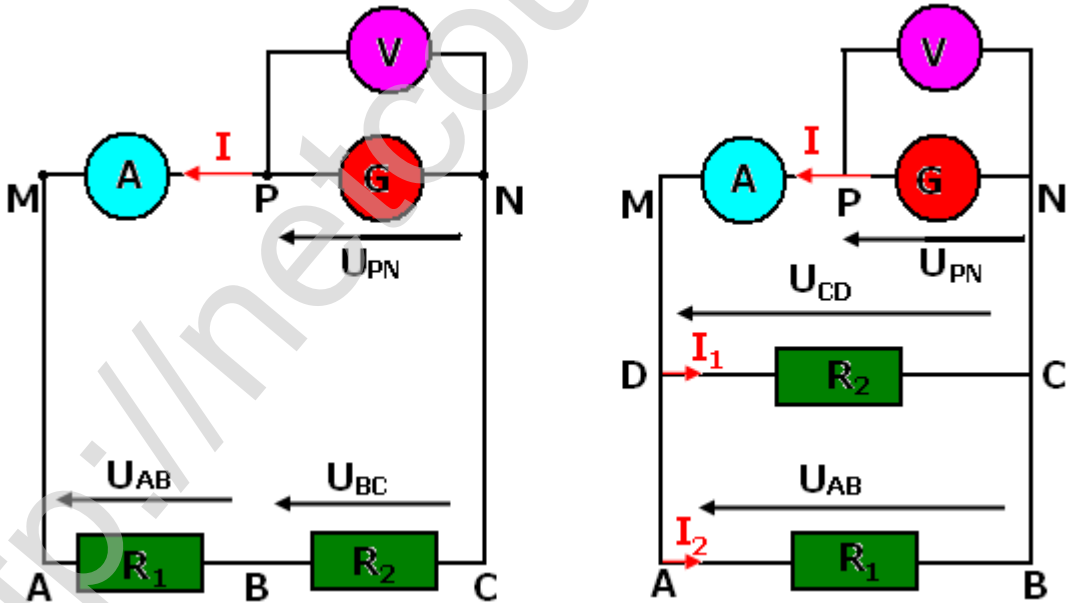
ونستنتج أن بالنسبة لقوة كهربائية محركة  $E$  ثابتة تتناسب  $W_e$  عكسيا مع  $R_{eq}$ . ملحوظة : متى تكون القدرة الممنوحة من طرف مولد قصوى ؟ لدينا

$$\mathcal{P}_e = \frac{R_{eq} E^2}{(r + R_{eq})^2}$$

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

$$\mathcal{P}_{e\max} = \frac{E^2}{4r}$$

## النشاط التجريبي 2



نجز 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 - أحسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد في كلتي الحالتين . ماذا تستنتج

2 - نسمي المقاومة المكافئة للموصلين  $R_1$  و  $R_2$  ، بتطبيق قانون جول بين أن :

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

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

3 - كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع المقاومة المكافئة  $R_{eq}$  ؟  
4 - نجز التركيب الكهربائي الذي يضم مولدا كهربائيا وموصلين أوميين مركبين على التوالي ونضبط في هذه الحالة ، التوتر  $U_{PN}=E=12V$  على القيمة ونقيس  $I$  شدة التيار الكهربائي .

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

4 - 2 كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع القوة الكهرومحركة  $E$  ؟

## VI - الحصيلة الطاقة لدارة تحتوي على ترانزستور أو مضخم عملياتي . ( خاص بالعلوم الرياضية )

### 1 - الحصيلة الطاقة لتركيب إلكتروني .

#### - تذكير بالسلسلة الإلكترونية :

تحتوي سلسلة إلكترونية على العناصر التالية :

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

بالنسبة لسلسلة إلكترونية لدينا :

$\mathcal{P}_e$  القدرة الكهربائية التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف دارة الدخول هي :

$$\mathcal{P}_e = U_e \cdot I_e$$

$\mathcal{P}_s$  القدرة الكهربائية التي يمنحها التركيب الإلكتروني لدارة الخروج هي :

$$\mathcal{P}_s = U_s \cdot I_s$$

$\mathcal{P}_a$  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 .

$$\rho = \frac{\mathcal{P}_s}{\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e} : \text{ مردود التركيب الإلكتروني}$$

### النشاط التحريسي 3: الحصيلة الطاقة 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 - أحسب القدرتين  $\mathcal{P}_{G1}$  و  $\mathcal{P}_{G2}$  الممنوحتين من طرف المولدين  $G1$  و  $G2$  . واستنتج القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية .

$\mathcal{P}_{G2} = E_C \cdot I_C$  و  $\mathcal{P}_{G1} = E_B \cdot I_B$  القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية هي :

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

$$\mathcal{P}_a = 135 \text{ mW}$$

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

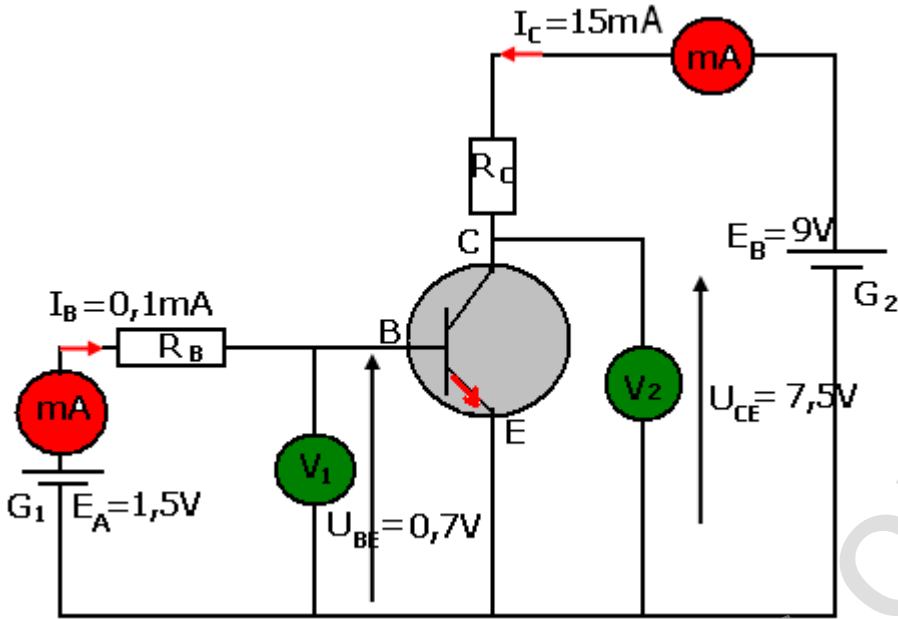
$$\mathcal{P}_J = R_B \cdot I_B^2 + R_C \cdot I_C^2 = 22,5 \text{ mW}$$

3 - عبر عن القدرة الكهربائية  $\mathcal{P}_T$  التي يكتسبها الترانزستور من خلال وصلتيه BE و CE بدلالة  $I_B$  و  $I_C$  و  $U_{BE}$  و  $U_{CE}$  . أحسب  $\mathcal{P}_T$

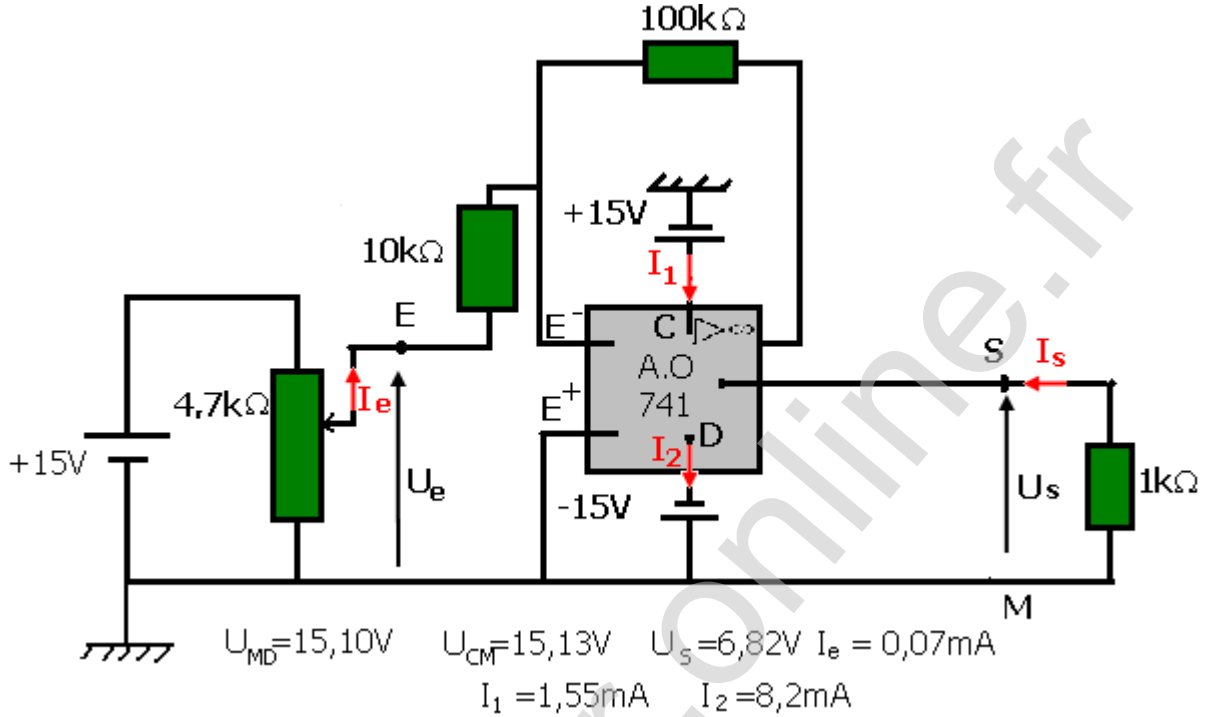
$$\mathcal{P}_T = U_{BE} \cdot I_B + U_{CE} \cdot I_C = 112,5 \text{ mW}$$

نستنتج أن القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف التغذية تتحول إلى قدرة كهربائية  $\mathcal{P}_J$  تتبدد في الموصلات الأومية بمفعول جول ، وإلى قدرة كهربائية  $\mathcal{P}_T$  تتبدد في الترانزستور على شكل حرارة .

$$\mathcal{P}_a = \mathcal{P}_J + \mathcal{P}_T$$



## النشاط التحريسي 4 : الحصلة الطاقة لدارة تحتوي على مضخم عملياتي .



ننجز التركيب أسفله والمتكون من :

- دارة الدخول : مولد ومعدلة ( تركيب مقسم التوتر )

- تركيب إلكتروني : تركيب مضخم عاكس يضم مضخما عملياتي وتغذيته وموصلين أوميين .

- دارة الخروج : موصل أومي  $R_C$

نحرك الزايقة بحيث يشير الفولطمتر إلى التوتر  $U_e=0,7V$  بين المرطين E و M .

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

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

2 - أحسب القدرة الكهربائية  $\mathcal{P}_s$  الممنوحة من طرف التركيب الإلكتروني إلى الموصل

الأومي  $R_C$  .

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

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

$$\mathcal{P}_s = 10^{-3} \mathcal{P}_e$$

مصدر القدرة الإضافية  $\mathcal{P}_s - \mathcal{P}_e$  هو التغذية المستمرة المتماثلة .

4 - أحسب القدرة الكهربائية  $\mathcal{P}_a$  الممنوحة من طرف التغذية المستمرة المتماثلة للمضخم العملياتي .

$$\mathcal{P}_a = U_{CM} \cdot I_1 + U_{MD} \cdot I_2 = 147mW$$

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

$$\Delta \mathcal{P} = \mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e - \mathcal{P}_s$$

وإلى أي شكل من أشكال القدرة تتحول القدرة  $\Delta \mathcal{P}$  ؟  
القدرة الكهربائية  $\Delta \mathcal{P}$  المستهلكة من طرف التركيب الإلكتروني هي الفرق بين القدرة الكلية  $\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e$  التي يكتسبها والقدرة  $\mathcal{P}_s$  التي يمنحها  $\Delta \mathcal{P} = \mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e - \mathcal{P}_s$  والقدرة  $\Delta \mathcal{P}$  تتبدد بمفعول جول في الموصلين الأوميين وفي المضخم العمليتي على شكل حرارة .

6 - مردود تركيب إلكتروني  $\rho$  هو :

$$\rho = \frac{\mathcal{P}_s}{\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e}$$

$\mathcal{P}_s = \mathcal{P}_u$  القدرة النافعة و  $\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e$  القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .  
ما هي القدرة النافعة في هذه الحالة ؟  
أحسب المردود  $\rho$  .

$\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e = 147 \text{mW}$  القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .

$\mathcal{P}_s = 47 \text{mW}$  القدرة النافعة أي الممنوحة إلى دارة الخروج .

وبالتالي فمردود التركيب الإلكتروني هو :

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