تصحيح تمارين انتقال الطاقة في دارة كهربائية

تمرين 1 :

1- حساب I :

حسب تعبير التوتر بين مربطي المحلل الكهربائي :

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

نستنتج :

$$I = \frac{U_{AC} - E'}{r'}$$

ت.ع : $I = \frac{3,8-1,2}{7,2}$

$$I = 0,36A$$

2- حساب المكتسبة من طرف المحلل :

$$P_e = U_{AC}.I$$

ت.ع: $P_e = 3,8 \times 0,36$

$$P_e = 1,37W$$

3- حساب القدرة P_{ch} و القدرة P_{th}:

- القدرة النافعة هي القدرة التي تتحول الى قدة كيميائية :

$$P_{ch} = E'.I$$

$$P_{ch} = 1,2 \times 0,36$$

$$P_{ch} = 0,43W$$

-القدة المبددة بمفعول جول :

$$P_{th} = r'I = P_e - P_{ch}$$

$$P_{th} = 1,37 - 0,43$$

$$P_{th} = 0,94W$$

4- 4.1- حساب الطاقة الكهربائية W_e :

$$W_e = P_e . \Delta t$$

$$W_e = 1{,}37 \times 45 \times 60$$

$$W_e = 3699J$$

4.2- حساب الطاقة النافعة W_{ch} والطاقة المبددة W_{th} :

$$W_{ch} = P_{ch.} \Delta t$$

$$W_{ch} = 0{,}43 \times 45 \times 60$$

$$W_{ch} = 1161J$$

$$W_{th} = P_{ch} . \Delta t$$

$$W_{th} = 0{,}94 \times 45 \times 60$$

$$W_{th} = 2538J$$

5- مردود المحلل :

$$\rho = \frac{W_{ch}}{W_e} = \frac{P_{ch}}{P_e}$$

$$\rho = \frac{E' . I}{U . I} = \frac{E'}{U}$$

$$\rho = \frac{1{,}2}{3{,}8} = 0{,}316$$

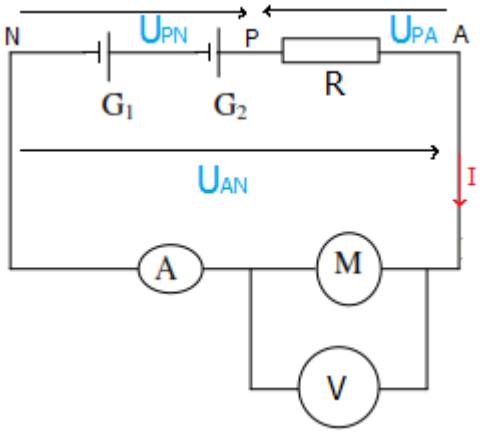
$$\rho = 31{,}6\%$$

تمرين 2 :

- تجربة 1:

1- بتطبيق قانون إضافية التوترات نكتب :

$$U_{PN} = U_{PA} + U_{AN}(1)$$



$$U_{PN} = 2(E - rI) = 2E - 2rI$$

$$U_{PA} = RI$$
$$U_{AN} = U$$

نعوض في العلاقة (1)

$$2E - 2rI = RI + U$$

$$U = 2E - 2rI - RI$$

$$U = 2E - (2r + R)I$$

ت.ع: $U = 2 \times 12 - (2 \times 1 + 8) \times 2 = 4V$

2- تحديد r′ :
قانون أوم بالنسبة للمحرك :

$$U = E' + r'I$$

عند ما نمنع المحرك من الدوان فإن : E′=0 ويعتبر المحرك في هذه الحالة موصل أومي
نكتب :
$U = rI$ ومنه فإن: $r' = \frac{U}{I} = \frac{4}{2}$

$$r' = 2\Omega$$

- تجربة 2:

1- حساب E′ :
نطبق قانون بويي :

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R} = \frac{2E - E'}{R + 2r + r'}$$

$$2E - E' = (R + 2r + r')I$$

$$E' = 2E - (R + 2r + r')I$$

ت.ع:

$$E' = 2 \times 12 - (8 + 2 \times 1 + 2) \times 1$$

$$E' = 12V$$

2- حساب القدرة الميكانيكية :

$$P_m = E'I = 12 \times 1$$

$$P_m = 12W$$

3- مردود المولد المكافئ :

$$\rho = \frac{P_e}{P_g} = \frac{U_{PN}.I}{2EI} = \frac{2E - 2rI}{2E}$$

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

ت.ع:

$$\rho = 1 - \frac{2 \times 1}{12} = 0{,}912$$

$$\rho = 91{,}2\%$$

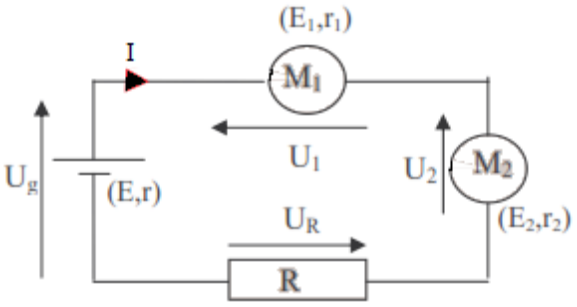
تمرين 3 :

1- تحديد r :

تعبير القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة هي :

$$P_{th} = (R + r + r_1 + r_2)I^2$$

$$R + r + r_1 + r_2 = \frac{P_{th}}{I^2}$$



$$r = \frac{P_{th}}{I^2} - R - r_1 - r_2$$

$$r = \frac{13{,}5}{(0{,}57)^2} - 17 - 4 - 2{,}5$$

$$r = 18\Omega$$

2- القدرات المستقبلة من طرف المستقبلات :

- من طرف المحرك M_1 :

$$P_{e1} = U_1 I = (E_1 + r_1 I) I$$

$$P_{e1} = (6 + 4 \times 0{,}57) \times 0{,}57$$

$$P_{e1} = 4{,}72W$$

-من طرف المستقبل M_2 :

$$P_{e2} = U_2 I = (E_2 + r_2 I) I$$

$$P_{e1} = (4{,}5 + 2{,}5 \times 0{,}57) \times 0{,}57$$

$$P_{e1} = 3{,}38W$$

- من طرف الموصل الأومي :

$$P_{e3} = U_R . I = R . I^2$$

$$P_{e3} = 17 \times (0{,}57)^2$$

$$P_{e1} = 5{,}52W$$

3-

3.1- تساوي القدرة الممنوحة من طرف المولد مجموع القدرات المكتسبة من طرف M_1 و M_2 و R :

$$P_{ex} = P_{e1} + P_{e2} + P_{e3}$$
$$P_{ex} = 4{,}72 + 3{,}38 + 5{,}52$$

$$P_{ex} = 13{,}62W$$

3.2- استنتاج التوتر بين قطبي المولد :

$$P_{ex} = U_g . I$$

$$P_{ex} = \frac{U_g}{I}$$

$$P_{ex} = \frac{13{,}62}{0{,}57}$$

$$P_{ex} = 23{,}9V$$

4- حساب U_g باستعمال قانون إضافية التوترات :

$$U_g = U_1 + U_2 + U_R$$

$$U_g = (E_1 + r_1 I) + (E_2 + r_2 I) + R.I$$

$$U_g = E_1 + E_2 + (r_1 + r_2 + R)I$$

$$U_g = 6 + 4{,}5 + (4 + 2{,}5 + 17) \times 0{,}57$$

$$U_g = 23{,}9V$$

5- حساب E :

حسب قانون أوم بالنسبة للمولد :

$$U_g = E - rI$$

$$E = U_g + rI$$

$$E = 23{,}9 + 18 \times 0{,}57$$

$$E = 34{,}2V$$

يكون المولد مؤمثلا للتوتر إذا بقيت قيمة التوتر U_g بين مربطي المولد ثابتة ، أي أن قيمة التوتر U_g لاتتعلق بشدة التيار .

في الحالة المدروسة الجداء rI غير مهمل أمام E ومنه فإن المولد غير مؤمثل للتوتر .

تمرين 4 :

1-

❖ الحالة (1) : K_1 مغلق و K_2 مفتوح .

1.1-الطاقة المكتسبة من طرف المحلل E:

$$W_{r1} = U_{AB}.I\Delta t = (E_1 + r_1 I).I.\Delta t$$

تحديد شدة التيار I التي تجتاز الدارة بتطبيق قانون بويي :

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R} = \frac{E - E'}{r + r_1}$$

$$I = \frac{12 - 2}{1 + 5} = 1{,}67A$$

$$W_{r1} = (2 + 5 \times 1{,}67) \times 1{,}67 \times 20 \times 60$$

$$W_e = 20\,741{,}4J$$

1.2- الطاقة النافعة التي يمنحها المحلل E :

$$W_{u1} = E_1 I \Delta t$$

$$W_{u1} = 2 \times 1{,}67 \times 20 \times 60$$
$$W_{u1} = 4008J$$

1.3-الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة :

$$W_{th} = (r + r_1) I^2 \Delta t$$

$$W_{th} = (1 + 5)(1{,}67)^2 \times 20 \times 60$$
$$W_{th} = 20080{,}1J$$

- الحالة (2) : K_2 مفتوح و K_1 مغلق .

1.1- الطاقة المكتسبة من طرف المحرك M :

$$W_{r2} = U_{CD}.I\Delta t = (E_2 + r_2 I).I.\Delta t$$

لتحديد I نطبق قانون بويي :

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R} = \frac{E - E_2}{r + r_2}$$

$$I = \frac{12 - 10}{1 + 2} = 0{,}67A$$

$$W_{r2} = (10 + 2 \times 0{,}67) \times 0{,}67 \times 20 \times 60$$
$$W_{r2} = 9117{,}4J$$

1.2- الطاقة النافعة التي يمنحها المحرك M :

$$W_{u2} = E_2 I \Delta t$$

$$W_{u1} = 10 \times 0{,}67 \times 20 \times 60$$
$$W_{u1} = 8040J$$

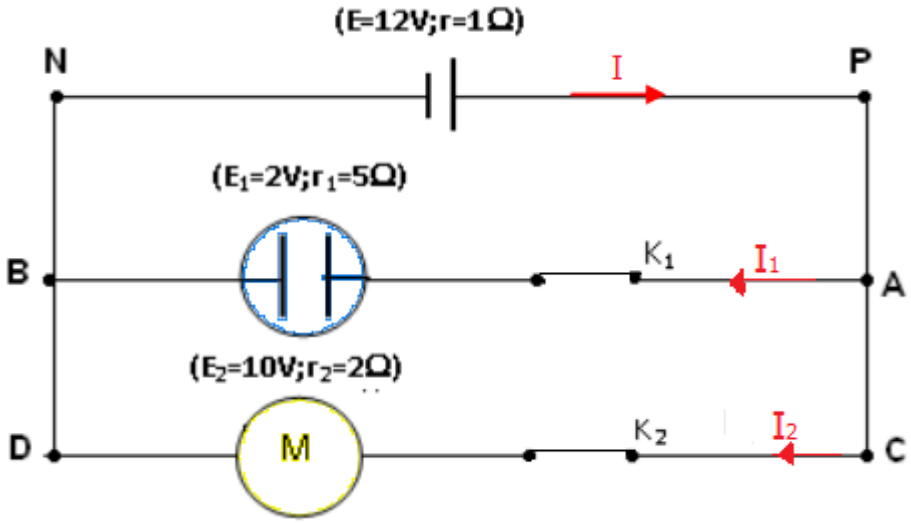
1.3- الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة :

$$W_{th} = (r + r_1) I^2 \Delta t$$

$$W_{th} = (1+2)(0{,}67)^2 \times 20 \times 60$$

$$W_{th} = 1616J$$

❖ الحالة (3) : K_1 و K_2 مغلقان .



قبل حساب الطاقات يجب حساب شدات التيارات I و I_1 و I_2 في الفروع (AB) و (CD) و (PN) .

قانون العقد : $I=I_1+I_2(1)$

قانون أوم بالنسبة :

للمولد : $U_{PN}=E-rI$

للمحلل : $U_{AB}=E_1+r_1I$

للمحرك : $U_{CD}=E_2+r_2I$

المولد والمحلل والمحرك ثنائيات القطب مركبة على التوازي وبالتالي فلهما نفس التوتر :

$$\begin{cases} U_{PN} = U_{AB} \\ U_{PN} = U_{CD} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (2)E - rI = E_1 + r_1 I_1 \\ (3)E - rI = E_2 + r_2 I_2 \end{cases}$$

لدينا (2)=(3)

$$E_1 + r_1 I_1 = E_2 + r_2 I_2$$

$$I_1 = \frac{E_2 - E_1 + r_2 I_2}{r_1}$$

نعوض العلاقة (1) في المعادلة (3) :

$$E - r(I_1 + I_2) = E_2 + r_2 I_2$$

نعوض تعبير I_1 في العلاقة أعلاه لتحديد I_2

$$E - r\frac{E_2 - E_1 + r_2 I_2}{r_1} - rI_2 = E_2 + r_2 I_2$$

$$Er_1 - rE_2 + rE_1 - r.r_2.I_2 - r.r_1.I_2 = E_2.r_1 + r_1.r_2 I_2$$

$$I_2(r_1.r_2 + r.r_1 + r.r_2) = Er_1 - rE_2 + rE_1 - E_2.r_1$$

$$I_2 = \frac{(E - E_2)r_1 + (E_1 - E_2)r}{r_1.r_2 + r(r_2 + r_1)}$$

$$I_2 = \frac{(12 - 10) \times 5 + (2 - 10) \times 1}{5 \times 2 + 1(5 + 2)} = 0{,}12A$$

$$I_1 = \frac{E_2 - E_1 + r_2 I_2}{r_1}$$

$$I_1 = \frac{10 - 2 + 2 \times 0{,}118}{5} = 1{,}65A$$

$$I = I_1 + I_2 = 0{,}12 + 1{,}65 = 1{,}77A$$

1.1- الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المحلل E :

$$W_{r1} = U_{AB}.I_1\Delta t = (E_1 + r_1 I_1).I_1.\Delta t$$

$$W_{r1} = (2 + 5 \times 1{,}65) \times 1{,}65 \times 20 \times 60 = 20295J$$

- الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المحرك M :

$$W_{r2} = U_{CD}.I_2\Delta t = (E_2 + r_2.I_2).I_2.\Delta t$$

$$W_{r2} = (10 + 2 \times 0{,}12) \times 0{,}12 \times 20 \times 60 = 1474{,}5J$$

1.2- الطاقة النافعة التي يمنحها المحلل E :

$$W_{u1} = E_1 I_1 \Delta t$$

$$W_{u2} = 2 \times 1{,}65 \times 20 \times 60 = 3960J$$

- الطاقة النافعة التي يمنحها المحرك M :

$$W_{u2} = E_2 I_2 \Delta t$$

$$W_{u2} = 10 \times 0{,}12 \times 20 \times 60 = 1440J$$

1.3- الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة :

$$W_{th} = (r_1 . I_1^2 + r_2 . I_2^2 + r . \mathrm{I}^2)\Delta t$$

$$W_{th} = (5 \times 1{,}65^2 + 2 \times 0.12^2 + 1 \times 1{,}77^2) \times 20 \times 60 = 20129J$$

2.1- الطاقة الكهلبائية الكلية الممنوحة من طرف المولد :

$$W_g = E . I . \Delta t$$

$$12 \times 1{,}77 \times 20 \times 60 = 25488J$$

2.2- الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد للدارة :

$$W_{ex} = U_{PN} . I . \Delta t = (E - r . I) I . \Delta t$$

$$W_{ex} = (12 - 1 \times 1{,}77) \times 1{,}77 \times 20 \times 60$$

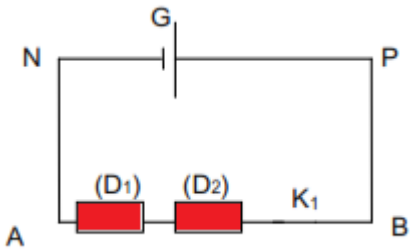
$$W_{ex} = 21728{,}5J$$

يمكن استعمال حصيلة الطاقة لحساب W_{ex}

$$W_{ex} = W_{r1} + W_{r2} = 20295 + 1474{,}5 = 21769{,}5J$$

تمرين 5:

1- قاطع التيا K_1 مغلق و K_2 مفتوح .
نحصل على الدارة التالية :



1.1- قانون بويي يكتب :

$$I=\frac{E}{R_1+R_2+r}$$

$$I=\frac{24}{4+2+1,5}=3,2A$$

1.2- القدرة الكهربائية التي يكتسبها كل موصل :

$P_1=U_1.I$ مع : $U_1=R_1.I$ ومنه $P_1=R_1.I^2$

$$P_1=4\times(3,2)^2=41W$$

$P_2=U_2.I$ مع : $U_2=R_2.I$ ومنه $P_2=R_2.I^2$

$$P_1=2\times(3,2)^2=20,5W$$

القدرة الكهربائية التي يكتسبها كل موصل أومي تساوي القدرة الحرارية التي ينتجها .

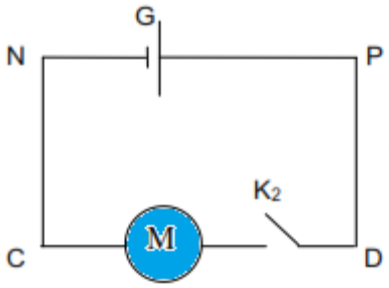
$$P_{th1}=P_1=41W$$

$$P_{th2}=P_2=20,5W$$

نستنتج أن الطاقة الحارية التي تتبدد في الموصل الأومي (D_1) تساوي ضعف التي تتبدد في الموصل (D_2) .

2- قاطع التيار K_1 مفتوح و K_2 مغلق .

نحصل على الدارة التالية :



2.1- نطبق قانون بويي :

$$I=\frac{E-E'}{r+r'}$$

$$I=\frac{24-12}{1,5+1,2}=4,44A$$

2.2- يساوي مردود المولد خارج الطاقة التي يمنحها المولد لباقي الداة الى الطاقة التي ينتجها :

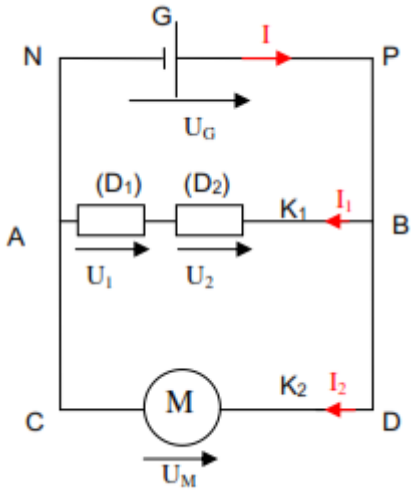
$$\rho_G=\frac{W_{ex}}{W_G}=\frac{(E-rI)I.\Delta t}{E.I.\Delta t}=\frac{E-rI}{E}$$

$$\rho_G = 1 - \frac{r}{E} I$$

$$\rho_G = 1 - \frac{1{,}5}{24} \times 4{,}44 = 0{,}72$$

$$\rho_G = 72\%$$

2.3- قاطعا التيار K_1 و K_2 مغلقان .
نحصل على الدارة التالية :



لحساب الطاقة في كل جزء من الدراة يجب حساب شدة التيار في كل من الفرع (AB) و (CD) و (PN) .

$$E - rI = (R_1 + R_2)I_1 \quad (1)$$
$$E - rI = E' - r'^{I_2} \quad (2)$$
$$I = I_1 + I_2 \quad (3)$$

نستنتج :

$$I_1 = \frac{E - rI}{R_1 + R_2} \quad (1)$$
$$I_2 = \frac{E - rI - E'}{r'} \quad (2)$$
$$I = \frac{E - rI}{R_1 + R_2} + \frac{E - rI - E'}{r'} \quad (3)$$

نحصل على :

$$r'(R_1 + R_2)I = (E - rI)r' + (E - rI - E')(R_1 + R_2)$$

$$[r'(R_1 + R_2) + rr' + r(R_1 + R_2)]I = Er' + (E - E')(R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{Er' + (E - E')(R_1 + R_2)}{r'(R_1 + R_2) + rr' + r(R_1 + R_2)}$$

$$I = \frac{24 \times 1{,}2 + (24 - 12)(2 + 4)}{1{,}2 \times (4 + 2) + 1{,}5 \times 1{,}2 + 1{,}5 \times (4 + 2)}$$

$$I = 5{,}6A$$

لحساب I_1 نستعمل العلاقة (1) :

$$I_1 = \frac{E - rI}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

(2)

$$I_1 = \frac{24 - 1{,}5 \times 5{,}6}{2 + 4} = 2{,}6A$$

لحساب I_2 نستعمل العلاقة (3) :

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I - I_2 = 5{,}6 - 2{,}6$$

$$I_2 = 3A$$

- القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة :

$$P_{th} = (R_1 + R_2)I_1^2 + r.I^2 + r'.I_2^2$$

$$P_{th} = (2 + 4)2{,}6^2 + 1{,}5 \times 5{,}6^2 + 1{,}2 \times 3^2$$

$$P_{th} = 98{,}4W$$

- القدرة النافعة التي يمنحها المحرك :

$$P_U = E'.I_2 = 12 \times 3$$

$$P_U = 36W$$

-حصيلة القدة في الدارة :

تساوي القدرة الكلية التي ينتجها المولد : القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة والقدرة الميكانيكية التي ينتجها المحرك .

القدرة التي ينتجها المولد هي :

$$P_G = E.I = 24 \times 5{,}6 = 134{,}4W$$

$$P_{th} + P_U = 98{,}4 + 36 = 134{,}4W$$

ومنه :

$$P_G = P_{th} + P_U$$

تمرين 6 :

1- تعبير "E القمة الكهرمحركة المضادة للمحرك .

الحصيلة الطاقية للدارة :

$$W_G = W_U + W_{th}$$

$$(E_1 + E_2)I.\Delta t = (E' + E")\text{I}.\Delta\text{t}+(\text{r}_1+\text{r}'+\text{r}" + R_1 + R_2)I^2.\Delta t$$

$$E_1 + E_2 = E' + E" + (\text{r}_1+\text{r}'+\text{r}" + R_1 + R_2)I$$

$$E" = E_1 + E_2 - E' - (\text{r}_1+\text{r}'+\text{r}" + R_1 + R_2)I$$

$$E" = 13 + 4{,}5 - 2{,}4 - (1 + 1{,}6 + 1{,}4 + 4{,}8 + 10{,}2) \times 0{,}52$$

$$E" = 5{,}22V$$

2- حساب القدرة الكلية P_1 :

$$P_1 = E_1.I$$

$$P_1 = 13 \times 0{,}52 = 6{,}76W$$

- القدرة المتوفرة بين مربطين المولد G_1 :

$$P_{e1} = U_{PN}.I = (E_1 - r_1 I)I$$

$$P_{e1} = (13 - 1 \times 0{,}52)0{,}52 = 6{,}49W$$

- مردود المولد G_1:

$$\rho_1 = \frac{P_{e1}}{P_1} = \frac{(E_1 - r_1)I}{E_1 I}$$

$$\rho_1 = \frac{E_1 - r_1 I}{E_1}$$

$$\rho_1 = \frac{13 - 1 \times 0{,}52}{13} = 0{,}96$$

$$\rho_1 = 96\%$$

3- حساب القدرة الكلية P_2 :

$$P_2 = E_2.I = 4{,}5 \times 0{,}52 = 2{,}34W$$

- القدرة التي يمنحها G_2 الى الداة الخارجية :

$$P_{e2} = U_{PN} I = E_2 . I = 4,5 \times 0,52 = 2,34W$$

لأن مقاومة المولد G_2 منعدمة .

-مردود المولد G_2 :

$$\rho_2 = \frac{P_{e2}}{P_2} = \frac{E_2}{E_2} = 1 = 100\%$$

4- مردود المولدين :

المولدان G_1 و G_2 مركبان على التوالي وبالتوافق المولد المكافئ قوته الكهرمحركة $E=E_1+E_2$ ومقاومة داخلية $r=r_1+r_2$

المردود للمولد المكافئ هو :

$$\rho = \frac{P_e}{P_g} = \frac{E - rI}{E}$$

$$\rho = \frac{E_1 + E_2 - r_1 I}{E_1 + E_2}$$

$$\rho = \frac{13 + 4,5 - 1 \times 0,52}{13 + 4,5} = 0,97 = 97\%$$

5- حساب القدرة المكتسبة من طرف المحلل :

$$P_r = (E"+r"I)I$$

$$P_r = (5,22+1,4\times 0,52) \times 0,52 = 3,1W$$

-حساب القدرة النافعة التي يمنحها المحلل :

$$P_{ue} = E"I = 5,22 \times 0,52 = 2,71W$$

- مردود المحلل :

$$\rho_E = \frac{P_{ue}}{P_{re}} = \frac{E"}{E"+r".I}$$

$$\rho_E = \frac{5,22}{5,22 + 1,4 \times 5,22} = 0,877 = 87,7\%$$

6- حساب مردود الدارة :

$$\rho_{\text{الدارة}} = \frac{P_u}{P_G} = \frac{(E' + E'')I}{(E_1 + E_2)I} = \frac{E' + E''}{E_1 + E_2}$$

$$\rho_{\text{الدارة}} = \frac{5{,}22 + 2{,}4}{4{,}5 + 13} = 0{,}4354 = 43{,}54\%$$

تمرين 7:

1- حساب I :

لنحدد المقاومة المكافئة لثنائي القطب BP :

الفرع (AB) يتكون من موصلان اوميان مركبان على التوازي المقاومة المكافئة لتركيبهما تكتب :

$$\frac{1}{R'_e} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

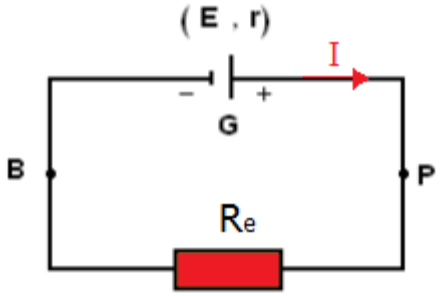
$$R'_e = \frac{R}{2}$$

الفرع (BP) يتكون من موصلان أوميان مكبان على التوالي ، المقاومة المكافئة لتركيبهما تساوي :

$$R_e = R'_e + R = \frac{R}{2} + R$$

$$R_e = \frac{3}{2}R$$

التركيب يصبح كما يلي :



نطبق قانون بويي فنكتب :

$$I = \frac{\sum E - \sum E'}{\sum R} = \frac{E}{R_e + r}$$

$$I = \frac{E}{\frac{3}{2}R + r}$$

ت.ع: $I = \frac{12}{\frac{3}{2}\times 6+1}$

$$I = 1{,}2A$$

2- حساب القدرة المستهلكة بين المربطين A و B :

لدينا :

$$P_{th1} = R'_e . I^2 = \frac{R}{2} . I^2$$

$$P_{th1} = \frac{6}{2} \times 1{,}2^2 =, 4{,}32W$$

3- حساب القدرة المستهلكة بين المربطين A و P :

لدينا :

$$P_{th2} = R . I^2$$

$$P_{th2} = 6 \times 1{,}2^2 =, 8{,}64W$$

4- القدرة التي يمنحها المولد :

الطريقة الأولى :

$$P_{ex} = U_{PB} . I = (E - rI)I$$

$$P_{ex} = (12 - 1 \times 1{,}2) \times 1{,}2 = 12{,}96W$$

الطريقة الثانية :

القدرة التي يمنحها المولد للدارة تساوي الطاقة التي يكتبها ثنائيات القطب المركبة بين مربطي المولد .

$$P_{ex} = P_{th1} + P_{th2} = 4{,}2 + 8{,}64$$

$$P_{ex} = 12{,}96W$$