

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 :

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

$$\text{ت.ع : } I = \frac{3,8 - 1,2}{7,2}$$

$$I = 0,36A$$

2- حساب المكتسبة من طرف المحلل :

$$P_e = U_{AC} \cdot I$$

$$\text{ت.ع : } P_e = 3,8 \times 0,36$$

$$P_e = 1,37W$$

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

- القدرة النافعة هي القدرة التي تتحول الى قدة كيميائية :

$$P_{ch} = E' \cdot I$$

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

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

-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 :

$$W_e = P_e \cdot \Delta t$$

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

$$W_e = 3699J$$

4.2 حساب الطاقة النافعة W_{ch} والطاقة المبذورة W_{th} :

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

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

$$W_{ch} = 1161J$$

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

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

$$W_{th} = 2538J$$

5- مردود المحلل :

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

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

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

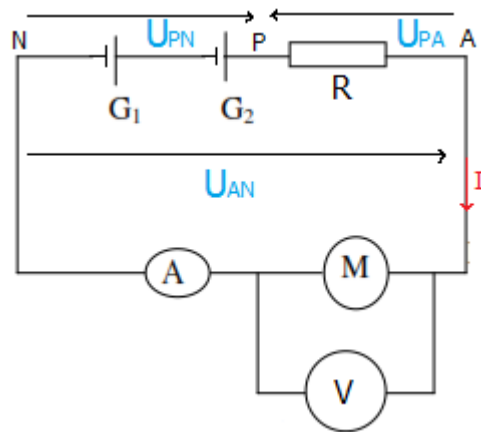
$$\rho = 31,6\%$$

تمارين 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)

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

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

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

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

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 :

$$U = rI \text{ ومنه فإن : } r' = \frac{U}{I} = \frac{4}{2}$$

$$r' = 2\Omega$$

■ 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 :

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

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

ت.ع:

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

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

تمرين 3 :

1- تحديد r :

تعبير القدرة المبذولة بمفعول جول في الدارة هي :

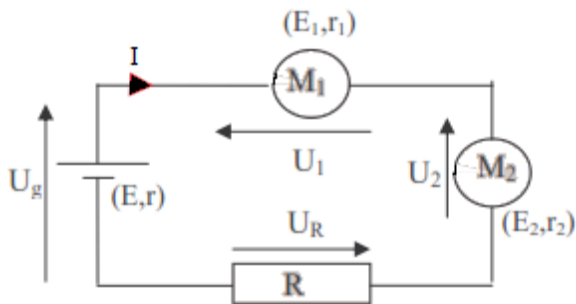
$$P_{th} = (R + r + r_1 + r_2) I^2$$

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

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

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

$$r = 18\Omega$$



2- القدرات المستقبلية 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 :

$$P_{e3} = U_R \cdot I = R \cdot I^2$$

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

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

-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 :

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

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

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

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

4- حساب U_g باستعمال قانون إضافية التوترات :

$$U_g = U_1 + U_2 + U_R$$

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

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

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

$$U_g = 23,9V$$

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 مؤمئلا للتوتر إذا بقيت قيمة التوتر U_g بين مربطي المولد ثابتة ، أي أن قيمة التوتر U_g لا تتعلق بشدة التيار .
في الحالة المدروسة الجداء rI غير مهمل أمام E ومنه فإن المولد غير مؤمئل للتوتر .

تمرين 4 :

-1

❖ الحالة (1) : K_1 مغلق و K_2 مفتوح .

1.1- الطاقة المكتسبة من طرف المحلل E :

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

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 المبذولة 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 :

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

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 :

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

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

$$W_{u1} = 8040J$$

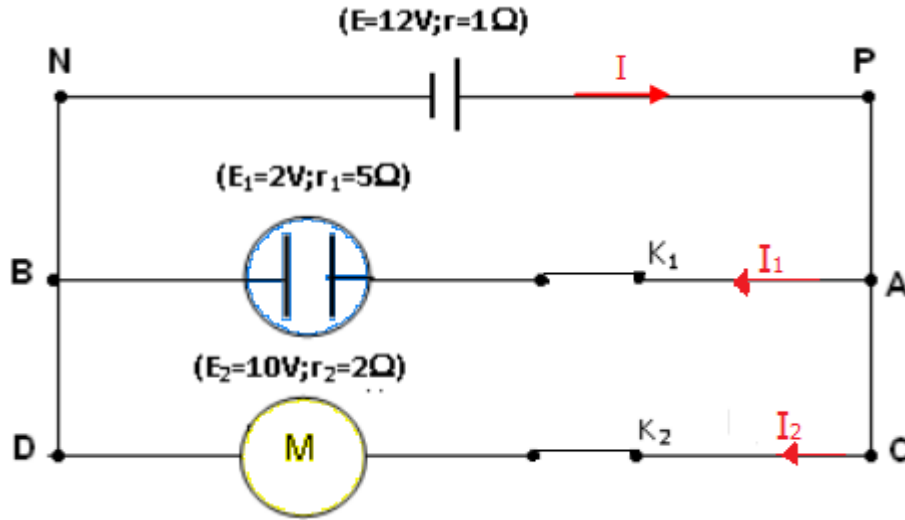
1.3- الطاقة المبذولة بمفعول جول في الدارة :

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

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

$$W_{th} = 1616J$$

❖ الحالة (3) : K_1 و K_2 مغلقان .



قبل حساب الطاقات يجب حساب شدة 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 : $U_{PN} = E - rI$

$$U_{AB} = E_1 + r_1 I_1 \text{ : للمحلل}$$

$$U_{CD} = E_2 + r_2 I_2 \text{ : للمحرك}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.1 - الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المحلل E :

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

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

- الطاقة الكهربائية المستهلكة من طرف المحرك M :

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

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

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 المبذولة بمفعول جول في الدارة :

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

$$W_{th} = (5 \times 1,65^2 + 2 \times 0,12^2 + 1 \times 1,77^2) \times 20 \times 60 = 20129J$$

2.1 - الطاقة الكهربائية الكلية الممنوحة من طرف المولد :

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

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

2.2 - الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد للدارة :

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

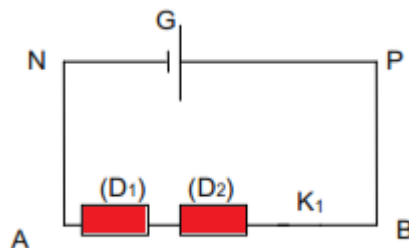
$$W_{ex} = (12 - 1 \times 1,77) \times 1,77 \times 20 \times 60$$

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

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 :

$$P_1 = U_1 \cdot I \text{ مع } U_1 = R_1 \cdot I \text{ ومنه } P_1 = R_1 \cdot I^2$$

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

$$P_2 = U_2 \cdot I \text{ مع } U_2 = R_2 \cdot I \text{ ومنه } P_2 = R_2 \cdot I^2$$

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

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

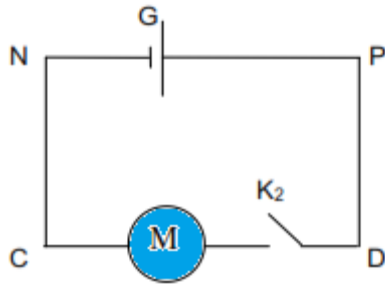
$$P_{th1} = P_1 = 41W$$

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

نستنتج أن الطاقة الحرارية التي تبذل في الموصل الأومي (D1) تساوي ضعف التي تبذل في الموصل (D2) .

2- قاطع التيار K₁ مفتوح و K₂ 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 الدارة الى الطاقة التي ينتجها :

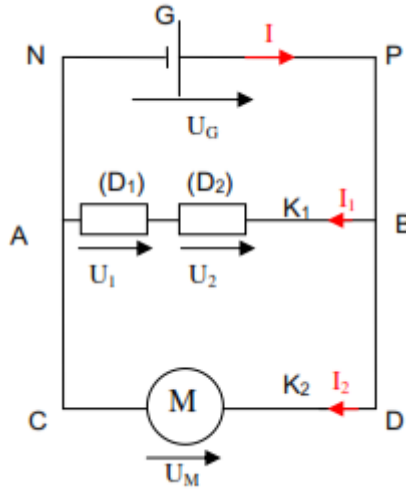
$$\rho_G = \frac{W_{ex}}{W_G} = \frac{(E - rI)I \cdot \Delta t}{E \cdot I \cdot \Delta t} = \frac{E - rI}{E}$$

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

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

$$\rho_G = 72\%$$

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



لحساب الطاقة في كل جزء من الدارة 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) :

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

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

لحساب I_2 نستعمل العلاقة (3) :

$$I = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I - I_1 = 5,6 - 2,6$$

$$I_2 = 3A$$

- القدرة المبذولة 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 :

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

$$P_U = 36W$$

-حصول القدرة في الدارة :

تساوي القدرة الكلية التي ينتجها المولد : القدرة المبذولة 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 الكهرومحرقة المضادة للمحرك .
الحصيلة الطاقية للدارة :

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

$$(E_1 + E_2)I \cdot \Delta t = (E' + E'')I \cdot \Delta t + (r_1 + r' + r'' + R_1 + R_2)I^2 \cdot \Delta t$$

$$E_1 + E_2 = E' + E'' + (r_1 + r' + r'' + R_1 + R_2)I$$

$$E'' = E_1 + E_2 - E' - (r_1 + r' + r'' + R_1 + R_2)I$$

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

$$E'' = 5,22V$$

2- حساب القدرة الكلية P_1 :

$$P_1 = E_1 \cdot I$$

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

- القدرة المتوفرة بين مربطين المولد G_1 :

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

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

- مردود المولد G_1 :

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

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

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

$$\rho_1 = 96\%$$

3- حساب القدرة الكلية P_2 :

$$P_2 = E_2 \cdot I = 4,5 \times 0,52 = 2,34W$$

- القدرة التي يمنحها G_2 الى الداة الخارجية :

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

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 الكهروحركة

$E = E_1 + E_2$ 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 :

$$\rho_E = \frac{P_{ue}}{P_{re}} = \frac{E''}{E'' + r'' \cdot I}$$

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

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 :

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

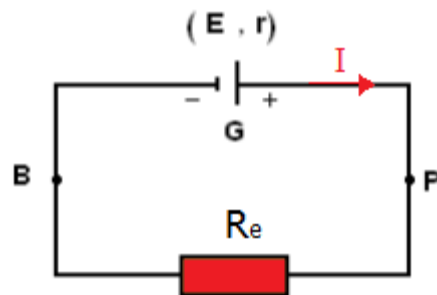
$$R'_e = \frac{R}{2}$$

الفرع (BP) يتكون من موصلان اوميان 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 :

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

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

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

$$I = 1,2A$$

2- حساب القدرة المستهلكة بين المربطين A و B :
لدينا :

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

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

3- حساب القدرة المستهلكة بين المربطين A و P :
لدينا :

$$P_{th2} = R \cdot I^2$$

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

4- القدرة التي يمنحها المولد :
الطريقة الأولى :

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

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

الطريقة الثانية :

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

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

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