

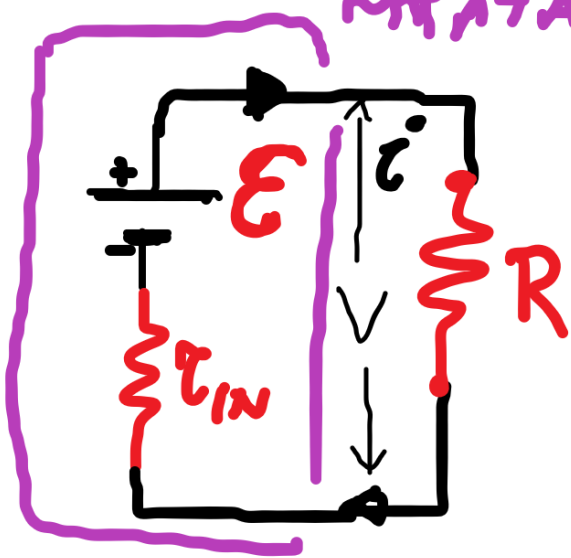
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27: ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

24.4.20 ①

ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ, ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ
→ ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ → ΕΧΟΥΝ ΗΛΕΚΤΕΓΕΡΤΙΚΗ
ΔΥΝΑΜΗ (ΗΞΔ)

Η ΗΞΔ ΣΥΜΒΟΛΙΖΕΤΑΙ ΜΕ \mathcal{E} ΚΑΙ ΜΕΤΡΑΤΑΙ ΣΕ VOLT.

ΜΠΑΤΑΡΙΑ

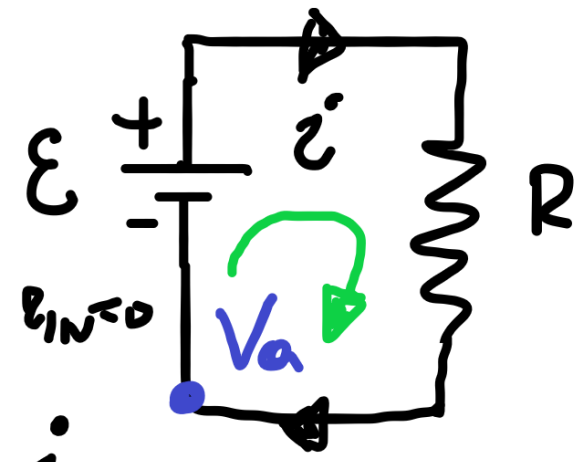


- ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ Η ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΜΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΑ
- ΙΔΑΝΙΚΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑ / ΠΗΓΗ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΗ ΠΟΥ ΕΧΕΙ $r_{in} = 0$

$$V = \mathcal{E} - r_{in} i$$

$$dW = \mathcal{E} \cdot dq \Rightarrow r_{in}, R$$

24.4.20 (2)



A) $\varepsilon \cdot dq = \underbrace{R}_{P} i^2 \cdot dt \Rightarrow$
 $\varepsilon \cdot i dt = R i^2 dt \Rightarrow \varepsilon = R \cdot i \Rightarrow \underline{\underline{i = \frac{\varepsilon}{R}}}$

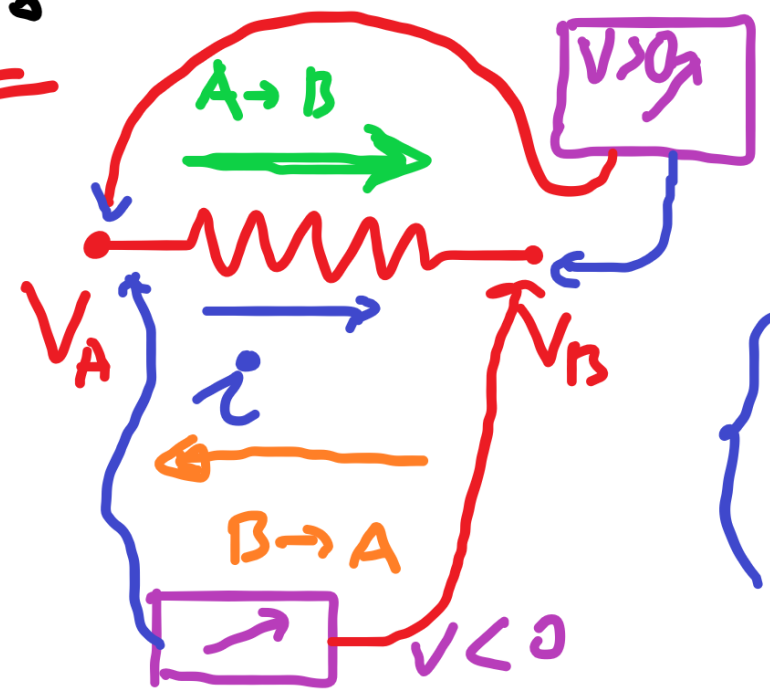
B) ~~$V_a + \varepsilon - R \cdot i = V_a \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R}$~~

ΓΙΑΤΙ ΜΕΙΟΝ??


$\varepsilon - R i = 0 \Rightarrow$
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΑΞΕΩΝ ΣΕ ΒΡΟΧΟ = 0 !!

$\Delta V = R \cdot i$ (OHM)

ΑΝ Η ΦΟΡΑ ΤΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΙΝΑΙ ΙΔΙΑ ΜΕΤΗ ΦΟΡΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ $\Rightarrow V_B < V_A$
 \rightarrow ΠΤΩΣΗ ΔΥΝΑΜΙΗΣ
 ΑΝΤΙΘΕΤΑ ΕΧΟΥΜΕ ΑΥΞΗΣΗ $\rightarrow V_A > V_B$



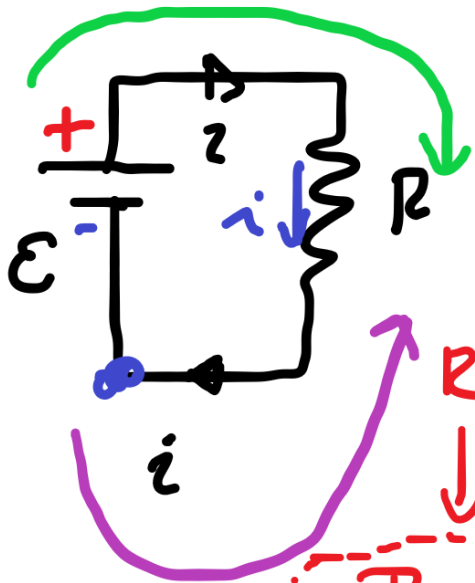
2^{ος} ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ ΚΙΡΧΟΦΦ (ΚΑΝΟΝΑΣ ΒΡΟΧΩΝ) 24.4.70 (3)

- ΤΟ ΑΡΕΥΡΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΣΥΝΑΝΤΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΜΙΑ ΠΛΗΡΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΒΡΟΧΟΥ ΕΝΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΗΔΕΝ
 - ΟΡΙΖΟΥΜΕ ΦΟΡΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ 
 - ΓΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΙΝΑΙ $-R \cdot i$ ΕΝΩ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΘΕΤΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΕΙΝΑΙ $+R \cdot i$
 - ΓΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΜΙΑΣ ΙΣΑΝΙΧΤΕ ΠΗΡΗΣ (ΗΕΘ) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΗΕΘ ($- \rightarrow +$) Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΙΝΑΙ $+ε$ ΕΝΩ ΑΝΤΙΘΕΤΑ ($+ \rightarrow -$) ΕΙΝΑΙ $-ε$

π.χ.

2.4.20

4

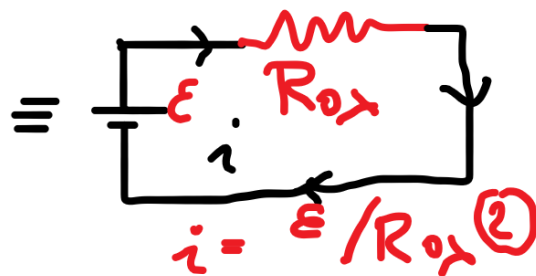


$$\begin{aligned} \varepsilon - Ri &= 0 \Rightarrow i = \varepsilon/R \\ +Ri - \varepsilon &= 0 \Rightarrow i = \varepsilon/R \end{aligned}$$

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ



$$\begin{aligned} \varepsilon - R_1 i - R_2 i - R_3 i &= 0 \Rightarrow \\ \varepsilon - (R_1 + R_2 + R_3) i &= 0 \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (1) \end{aligned}$$



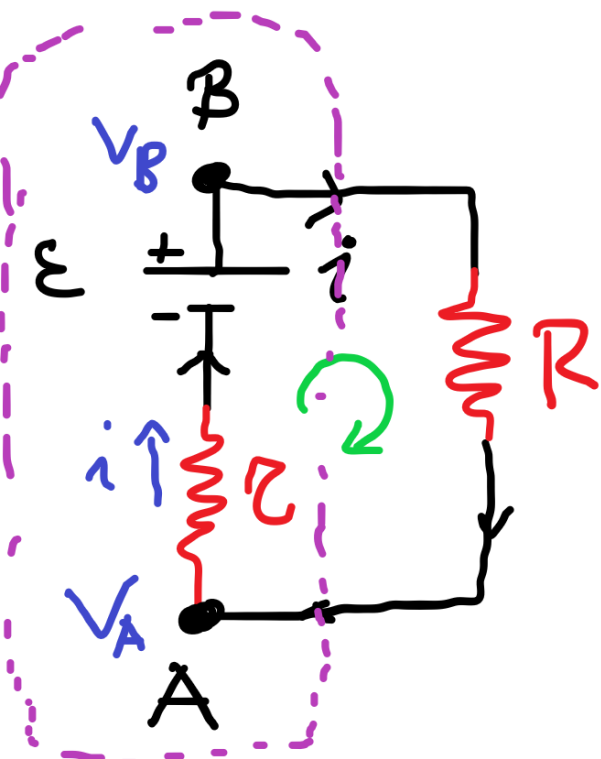
$$(1)(2) \Rightarrow \boxed{R_{0x} = R_1 + R_2 + R_3} *$$

ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ

24.4.20

5

$$V_B - V_A = ?$$



$$V_A - r i + \mathcal{E} = V_B \Rightarrow V_B - V_A = \mathcal{E} - r i \quad (1)$$

$$\rightarrow \mathcal{E} - r i - R \cdot i \rightarrow i = \frac{\mathcal{E}}{r + R} \quad (2)$$

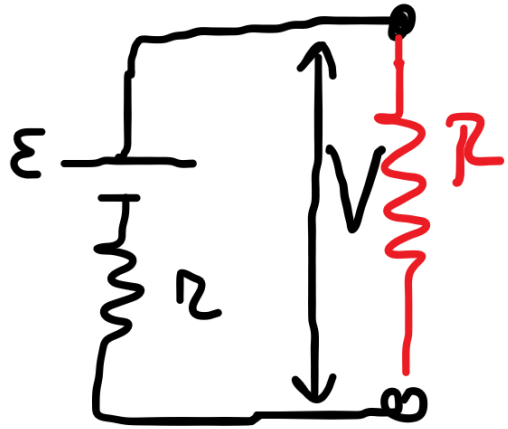
$$(1)(2) \rightarrow V_B - V_A = \mathcal{E} - r \frac{\mathcal{E}}{r + R} = \mathcal{E} \left(1 - \frac{r}{r + R} \right)$$

$$V_B - V_A = \frac{\mathcal{E} R}{r + R}$$

$$\left. \begin{array}{l} r = 2 \Omega \\ \mathcal{E} = 12 \text{ V} \\ R = 4 \Omega \end{array} \right\} V_B - V_A = 8 \text{ V}$$

ΙΣΧΥΣ, ΔΥΝΑΜΙΚΟ, ΗΕΔ

24.4.20 (6)



$$\left. \begin{aligned} P &= iV \\ V &= \varepsilon - ri \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} P &= i(\varepsilon - ri) \\ P &= i\varepsilon - ri^2 \end{aligned}$$

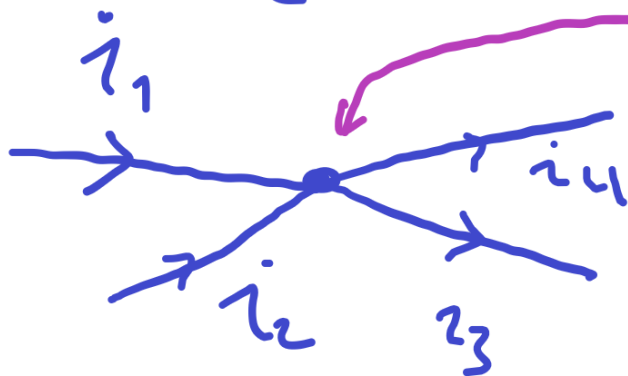
ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ ΧΑΝΕΤΑΙ
ΜΕΤΩΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ

ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ
ΧΑΝΕΤΑΙ ΜΕΤΩΣΤΟ R

ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΗΕΔ

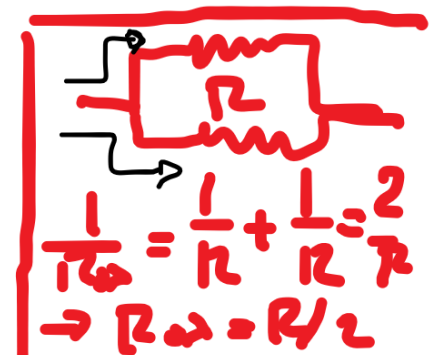
1^{ος} ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ ΚΙΡCHOFF (ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΩΝ ΚΩΜΒΩΝ)

24.4.20 (7)



$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

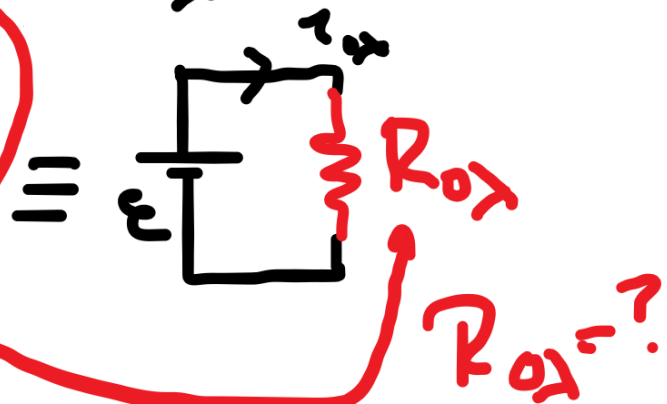
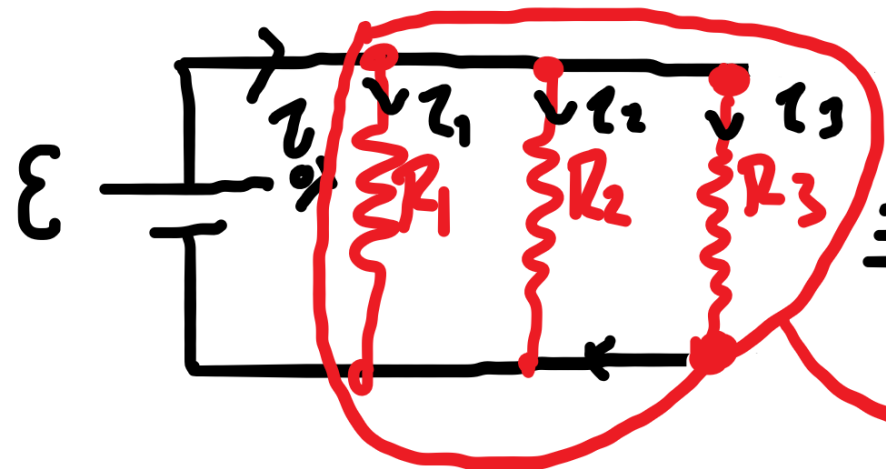
$$i_{IN} = i_{OUT}$$



$$R = 10 \Omega \rightarrow R_0 = 5 \Omega$$

ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

$$i_0 = i_1 + i_2 + i_3 \rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{R_1} + \frac{\mathcal{E}}{R_2} + \frac{\mathcal{E}}{R_3} \Rightarrow$$



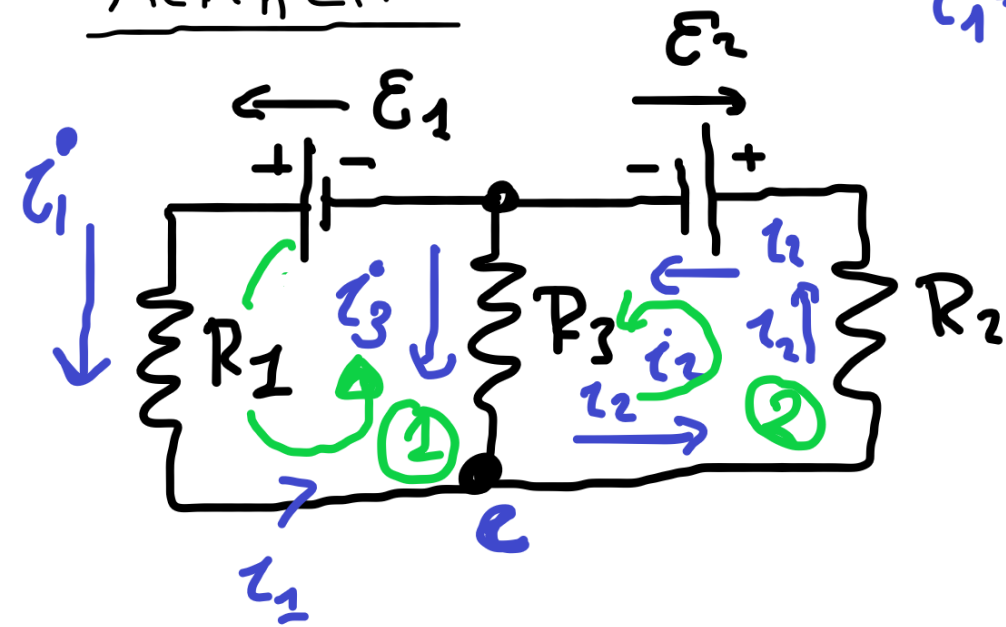
$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \star$$

ΑΣΚΗΣΗ:

24.4.20

8

$i_1 = ? \quad i_2 = ? \quad i_3 = ?$



ΚΟΜΠΟΣ C: $i_1 + i_3 = i_2$ (3)

(1): $-i_1 R_1 + \mathcal{E}_1 + i_3 R_3 = 0$ (1)

(2): $-\mathcal{E}_2 - i_3 R_3 - i_2 R_2 = 0$ (2)

~~i_3~~

(1) (3) $\rightarrow \mathcal{E}_1 - i_1 R_1 + (i_2 - i_1) R_3 = 0 \Rightarrow \left. \begin{aligned} \mathcal{E}_1 - i_1 (R_1 + R_3) + i_2 R_3 &= 0 \\ \mathcal{E}_2 - i_2 R_3 + i_2 (R_2 + R_3) &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$

(2) (3) $\rightarrow -\mathcal{E}_2 - (i_2 - i_1) R_3 - i_2 R_2 = 0 \Rightarrow$

$\left. \begin{aligned} \frac{R_3}{R_1 + R_3} \mathcal{E}_1 - i_1 R_3 + i_2 \frac{R_3^2}{R_1 + R_3} &= 0 \\ \mathcal{E}_2 - i_1 R_3 + i_2 (R_2 + R_3) &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$

$\frac{R_3}{R_1 + R_3} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 + i_2 \left[\frac{R_3^2}{R_1 + R_3} - (R_2 + R_3) \right] = 0$

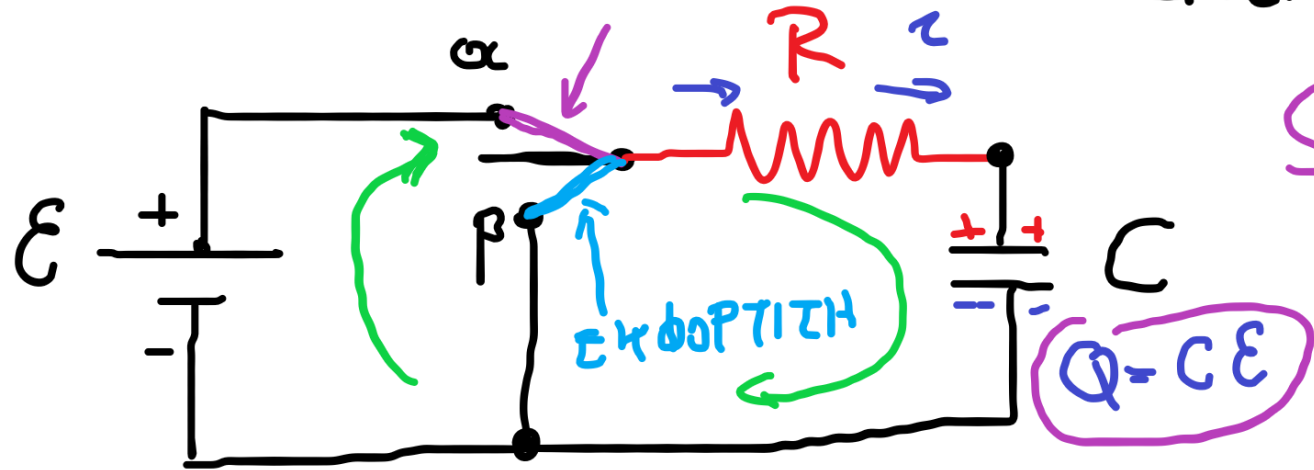
$i_2 = + \frac{R_3 \mathcal{E}_1 - (R_1 + R_3) \mathcal{E}_2}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \quad i_1 = - \frac{R_3 \mathcal{E}_2 - (R_2 + R_3) \mathcal{E}_1}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC

ΦΟΡΤΙΣΗ

$Q(t)$? $i(t)$?

24.4.20 (9)



ΦΟΡΤΙΣΗ: $t=0$ $Q=0$, $i \neq 0$
 $t=\infty$ $Q=εC$, $i=0$

$$\mathcal{E} - iR - V_C = 0 \rightarrow$$

$$\mathcal{E} - iR - \frac{Q(t)}{C} = 0 \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} - \frac{dQ}{dt}R - \frac{Q(t)}{C} = 0 \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{dQ}{dt} - \frac{Q}{RC} = 0$$

$$\boxed{\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{RC} = \frac{\mathcal{E}}{R}}$$

$$Q(t) = A + Be^{-\gamma t}$$

$$Q(0) = 0 = A + B = 0 \Rightarrow A = -B \rightarrow$$

$$Q(t) = A - A e^{-\gamma t} = A(1 - e^{-\gamma t})$$

$$Q(\infty) = \mathcal{E}C = A \Rightarrow Q(t) = \mathcal{E}C(1 - e^{-\gamma t}) \quad (1)$$

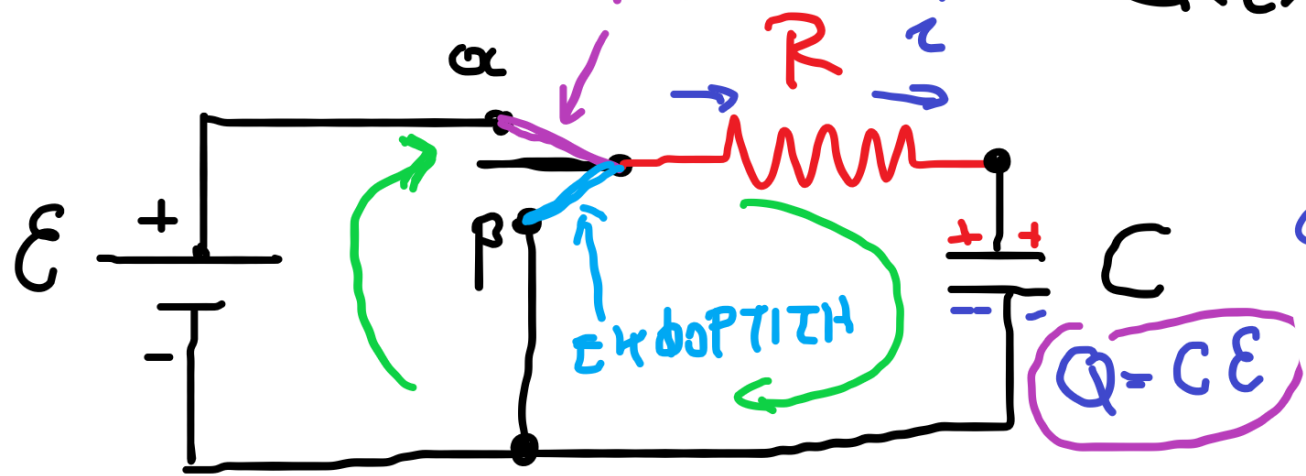
$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{RC} = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad (1)$$

$$\mathcal{E}C(\gamma + \gamma e^{-\gamma t}) + \frac{\mathcal{E}C}{RC}(1 - e^{-\gamma t}) = \frac{\mathcal{E}}{R} \rightarrow$$

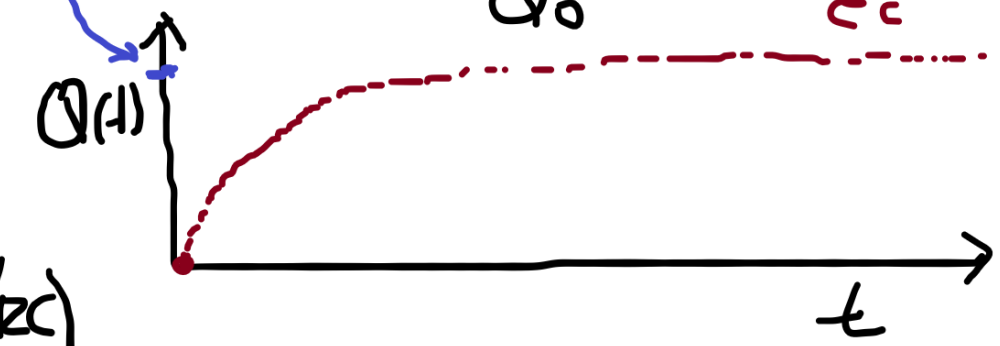
$$C\gamma e^{-\gamma t} + \frac{1}{R}(1 - e^{-\gamma t}) = \frac{1}{R} \rightarrow$$

$$(C\gamma - \frac{1}{R})e^{-\gamma t} = 0 \Rightarrow \boxed{\gamma = 1/RC}$$

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC
ΦΟΡΤΙΣΗ Q(t) ? U(t) ?

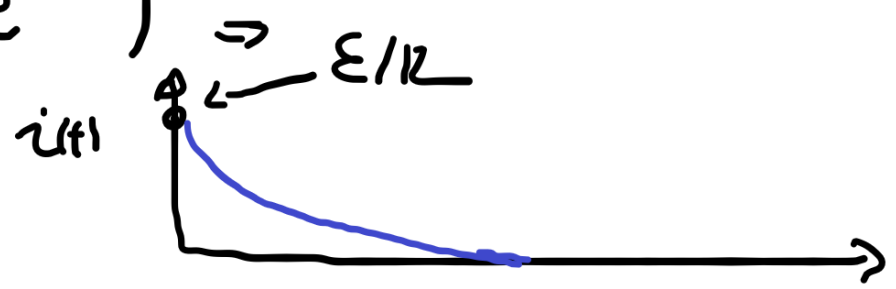


$$Q(t) = \underbrace{\epsilon C}_{Q_0} (1 - e^{-t/RC})$$



$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \epsilon C \left(0 - \left(-\frac{1}{RC} \right) e^{-t/RC} \right)$$

$$i(t) = \frac{\epsilon}{R} e^{-t/RC}$$

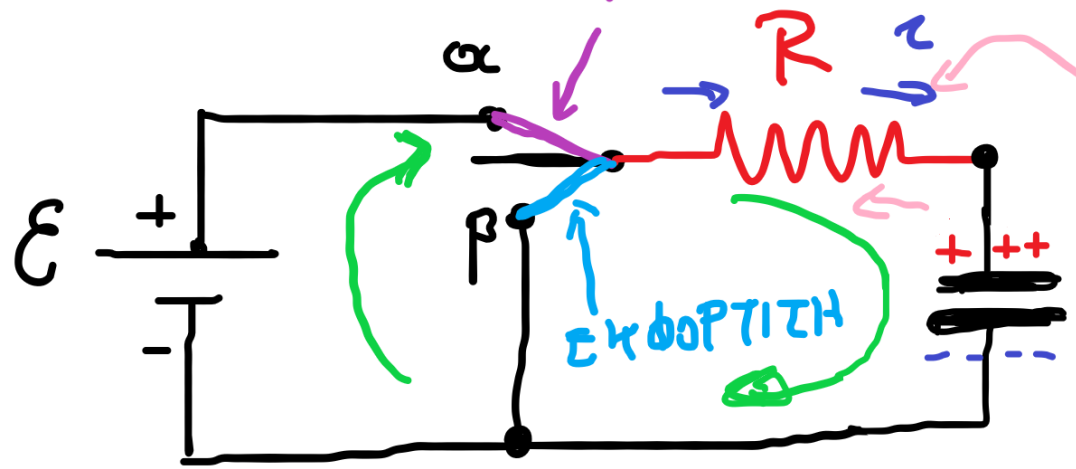


$$V_C = \frac{Q(t)}{C} = \epsilon (1 - e^{-t/RC})$$

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ RC
ΦΟΡΤΙΣΗ

$Q(t)$? $i(t)$?

ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΤΟ ΠΥΚΝΩΤΗ (P)



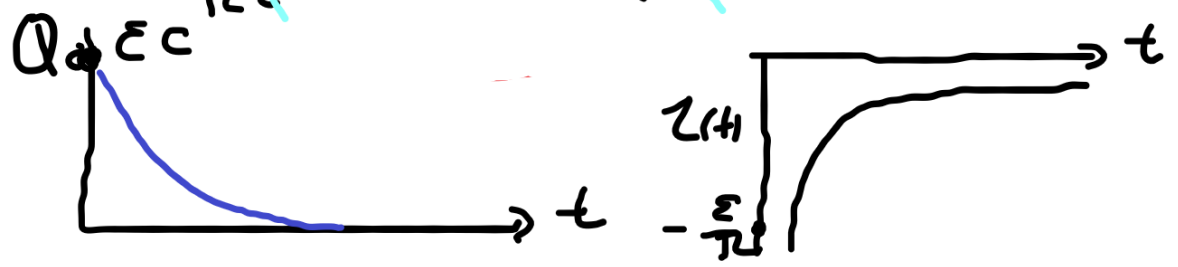
$$\left. \begin{aligned} Q_0 &= C \cdot \varepsilon & t=0 \\ t \rightarrow \infty & Q \rightarrow 0 \end{aligned} \right\}$$

$$-\frac{Q}{C} - R \frac{dQ}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{RC} = 0$$

$$-C \frac{1}{RC} \varepsilon e^{-t/RC} + \frac{C\varepsilon}{RC} e^{-t/RC} = 0$$

$$\left. \begin{aligned} Q(t) &= A e^{-t/RC} \\ Q(0) &= C \cdot \varepsilon \end{aligned} \right\} \underline{\underline{Q(t) = C\varepsilon e^{-t/RC}}}$$

$$i(t) = \frac{dQ}{dt} = -\frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}$$



ΔΕΥΤΕΡΑ 11:00 - 13:00