

Capacitance and Capacitor

Dr. Khun Kimleang

Contents

1-Definition and Formulas

2-Types of capacitor

3- The symbol for capacitor

4- Characteristic and value

5-Connection of Capacitor

5-1 Series Capacitor

5-2 Parallel Capacitor

5-3 Series-parallel Capacitor

6- Charging of Capacitor and

Current in Circuit

7-Discharging of Capacitor

8-Measuring Capacitor

1-Definition and Formulas

ក- និយមន័យ

- កុងដង់សាទ័រគឺជាគ្រឿងប៉ូលពីរដែលមានបន្ទុះចំលងពីរខ័ណ្ឌពីគ្នាដោយសារឌីអេឡិចទ្រីច (ឬអ៊ីសូឡង់) ។
- ប្រភេទកុងដង់សាទ័រដែលមានទំរង់ងាយ ហៅថាកុងដង់សាទ័រប្លង់ (ដូចរូបទី១) ។

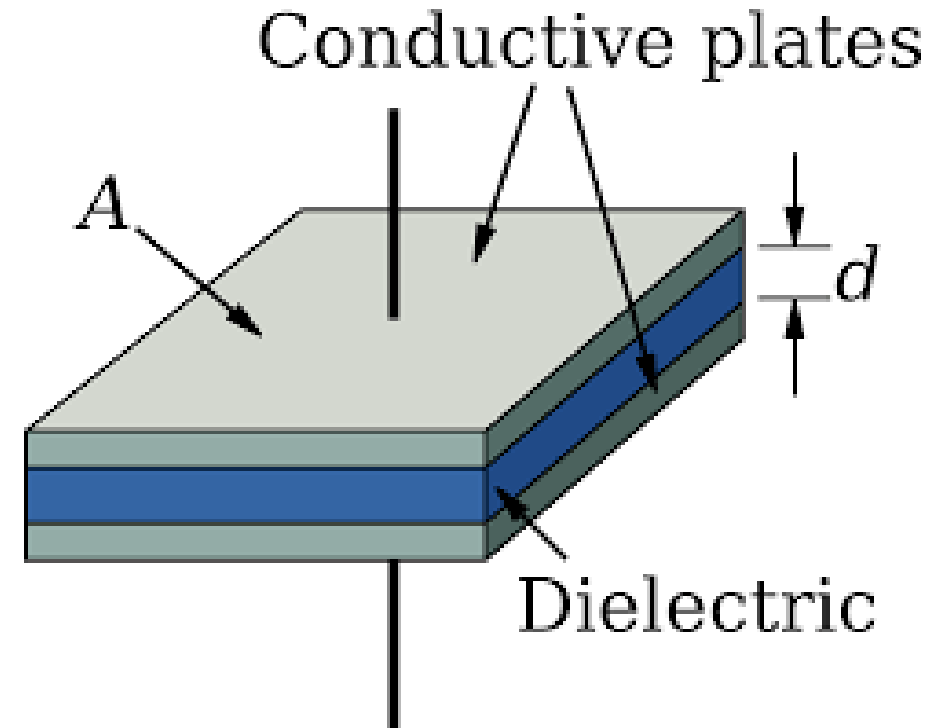
$$Q = CV$$

ដែល

Q គឺជាបន្ទុកអគ្គិសនីនៅលើបន្ទុះអាម៉ាតូ (C)

V គឺជាតង់ស្យុងរវាងអាម៉ាតូទាំងពីរ (V)

C គឺជាកាប៉ាស៊ីតេ (F)



1-Definition and Formulas

ខ- ឧត្តរេបសំកាប៉ាស៊ីតេ Farad (F)

➤ ឧត្តនៃកាប៉ាស៊ីតេ C មានតំលៃតូច គឺ **microfarad** (μF), **nanofarad** (nF)
និង **picofarad** (pF) ។

$$1\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

$$1\text{nF} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1\text{pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F}$$

$$1\text{F} = 10^9 \text{ nF}$$

$$1\text{F} = 10^{12} \text{ pF}$$

2- Types of Capacitor



Mica



Ceramic



Plastic film



Electrolytic



Polyester



Variable

2- Types of Capacitor

- គេអាចកំណត់ប្រភេទតាមក្រុម ដោយផ្អែកលើប៉ូលកម្ម គឺ **ប្រភេទមានប៉ូល** និង **ប្រភេទគ្មានប៉ូល**។
- ប្រភេទមានប៉ូល គឺប៉ូលមួយវិជ្ជមាន (Positive) និងប៉ូលមួយទៀតអវិជ្ជមាន (Negative)។
- ប្រភេទគ្មានប៉ូលកម្មគឺជាក្រុម ក្នុងដង់សាទ័រ ដែលមិនមានសញ្ញានៅលើប៉ូលរបស់វា។

polarised



disc ceramic



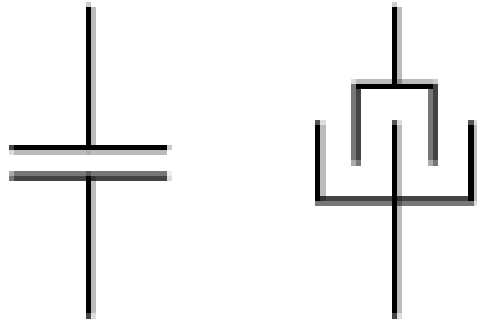
polyester



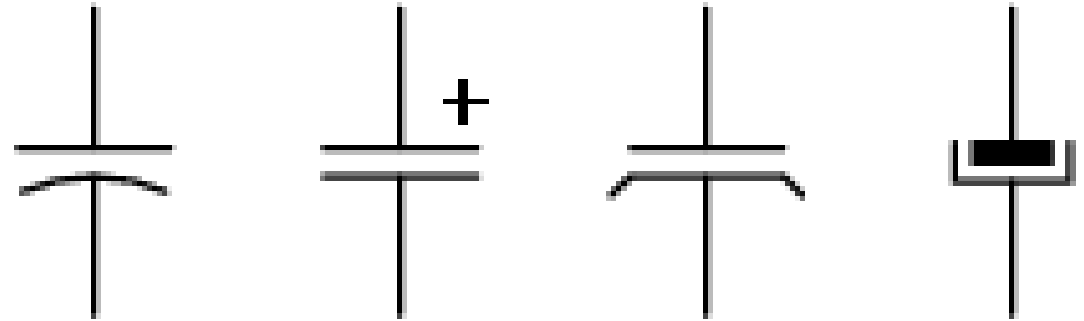
non-polarised

3- The symbol for Capacitor

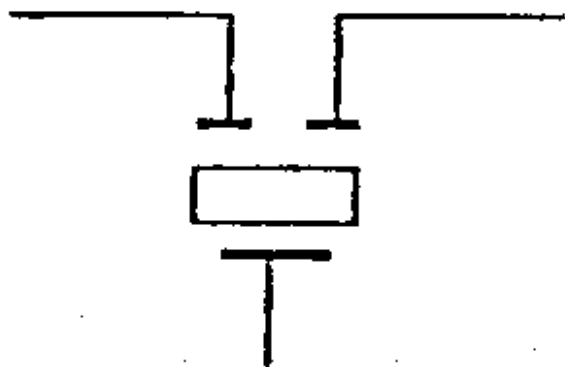
Non-polarized



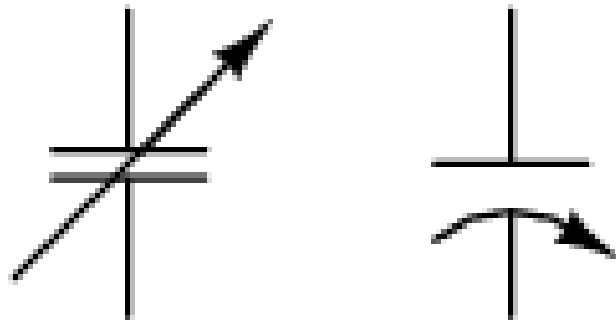
Polarized (top positive)



Crystal Capacitor

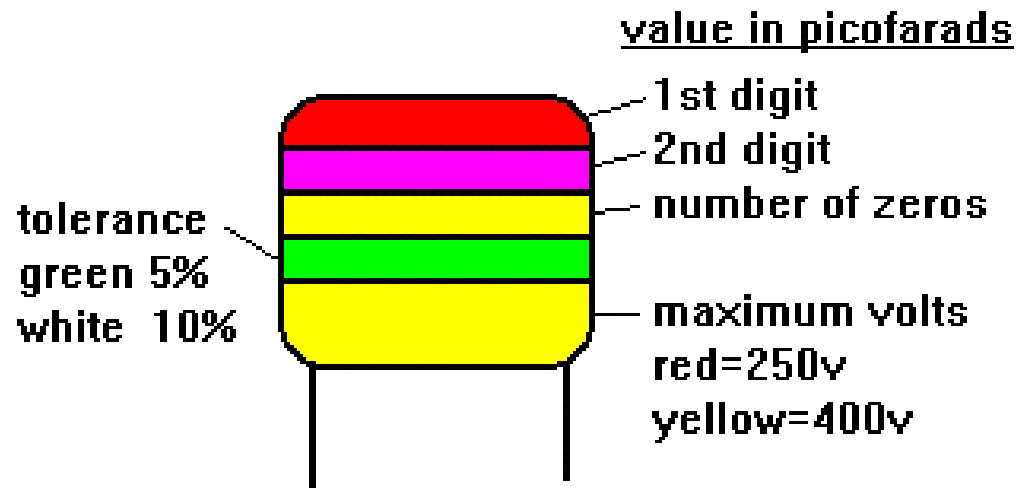


Variable

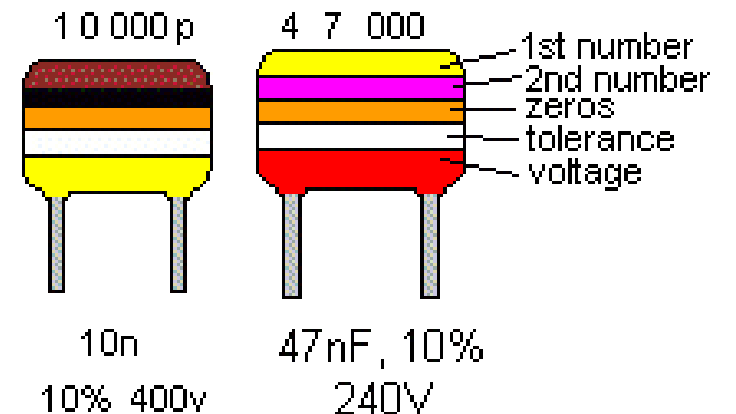
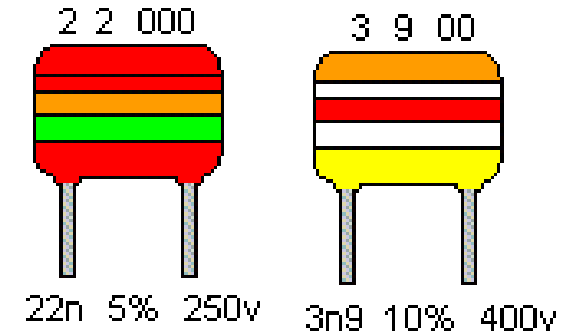


4- Characteristic and value

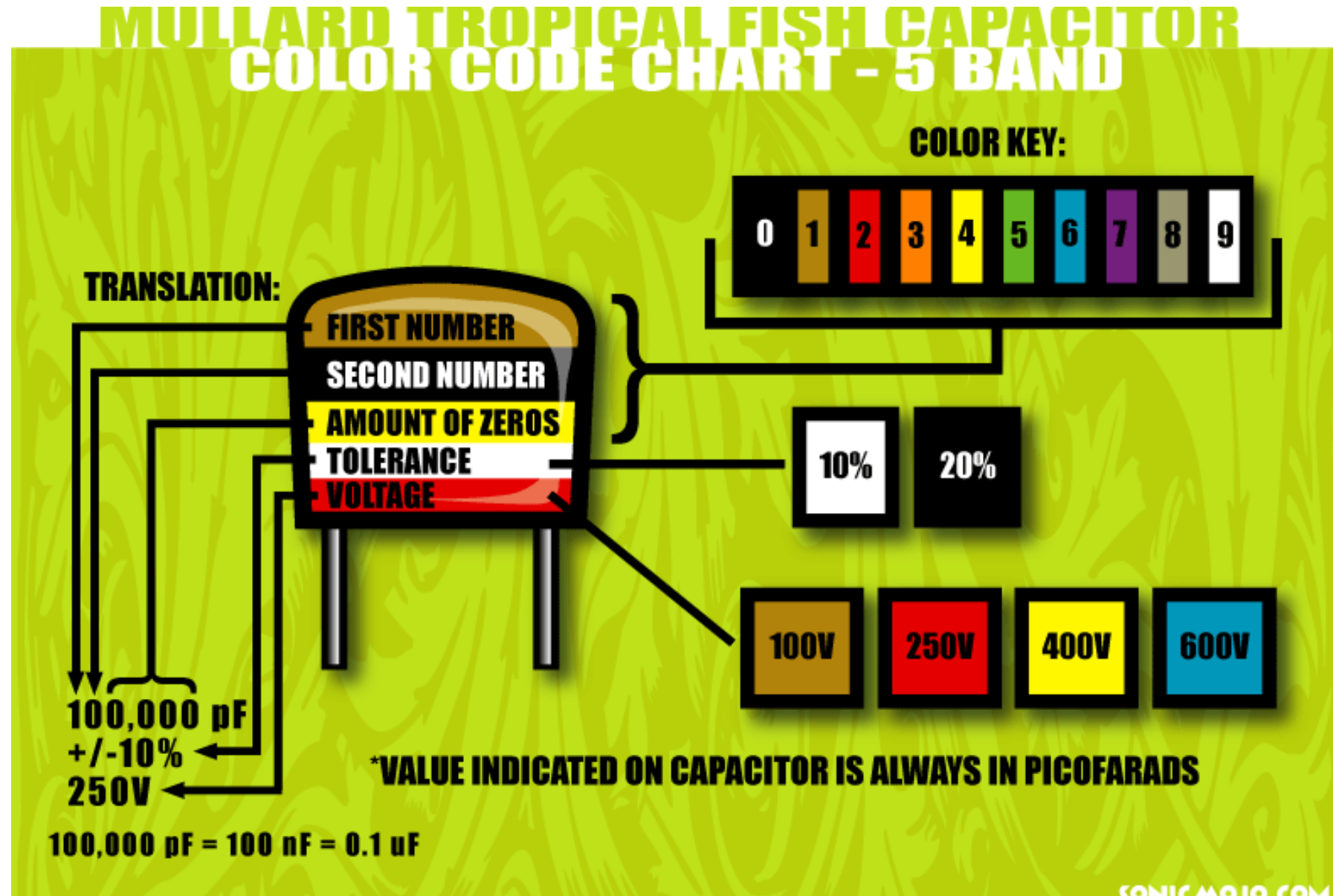
➤ កុងដង់សាទ័រ មានរូបរាង **ខុសៗគ្នាជាច្រើន** ទៅតាមការផលិតឡើង ហើយខ្លះ គេមាន ដាក់**សញ្ញាសំគាល់** ខ្លះដាក់**តំលៃលេខ** និងខ្លះទៀតមាន**លាបពណ៌**នៅលើខ្លួនរបស់វា។ ដើម្បីដឹងថា កុងដង់សាទ័រនីមួយៗនោះមាន**តំលៃប៉ុន្មាន** គេត្រូវចេះមើលតំលៃវាដូចខាង ក្រោម៖



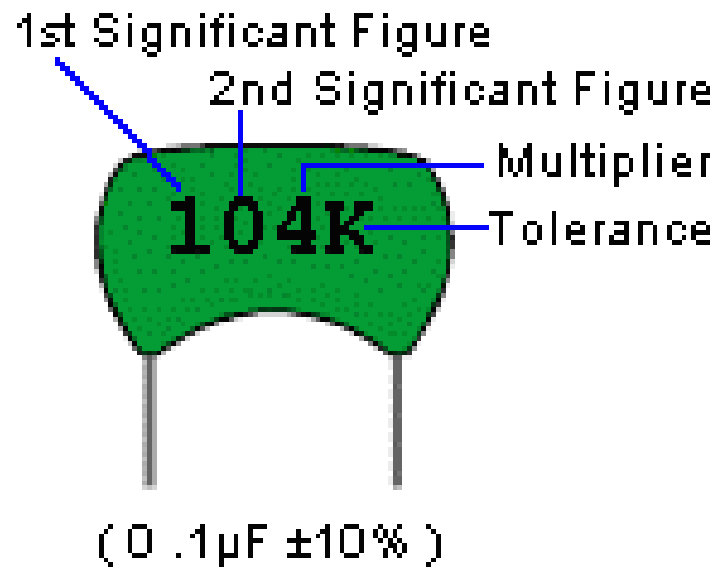
Black	0
Brown	1
Red	2
Orange	3
Yellow	4
Green	5
Blue	6
Violet	7
Grey	8
White	9



4- Characteristic and value



4- Characteristic and value

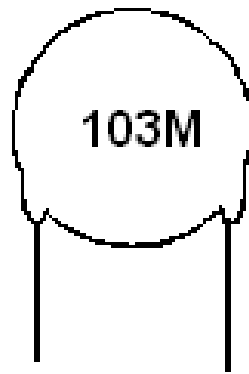


3rd Digit	Multiplier	Letter	Tolerance
0	1	D	0.5 pF
1	10	F	1 %
2	100	G	2%
3	1,000	H	3%
4	10,000	J	5%
5	100,000	K	10%
6,7	NOT USED	M	20%
8	.01	P	+100, -0%
9	.1	Z	+ 80, - 20%

4- តើមានក្នុងដងសាឡីដែលមានលេខនៅលើខ្លួនរបស់វាពី :

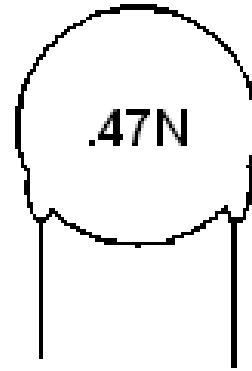
103 ; 102 ; 101 ; 233 ; 503 ; 333 ; 470 តើក្នុងដងសាឡីទាំងនេះមានតំលៃប៉ុន្មាន ?

4- Characteristic and value



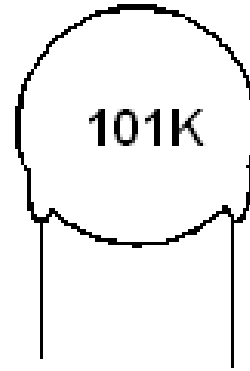
10 000 pF

+ - 20%



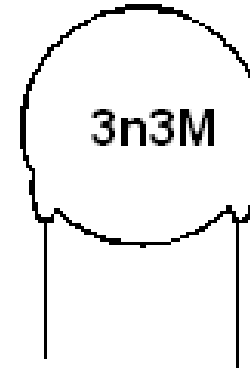
0.47 μ F

+ - 30%



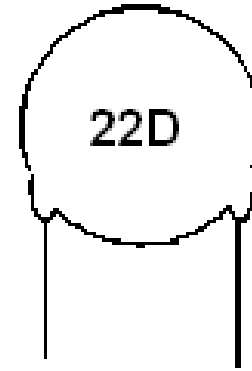
100 pF

+ - 10%



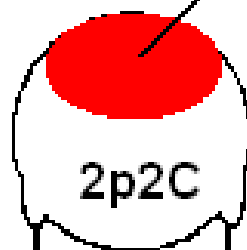
3300 pF

+ - 20%



22 pF +0.5pF

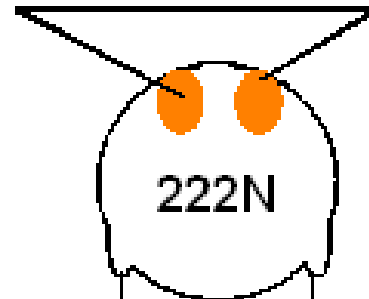
RED COLOR



2.2 pF +0.25pF

N080

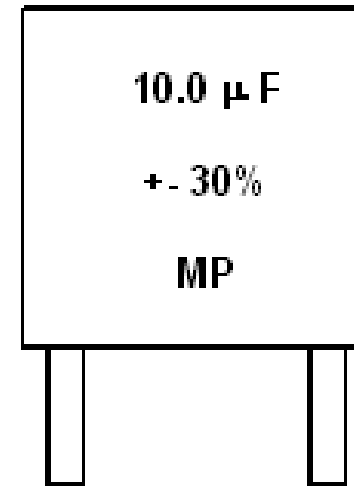
2 X ORANGE COLOR



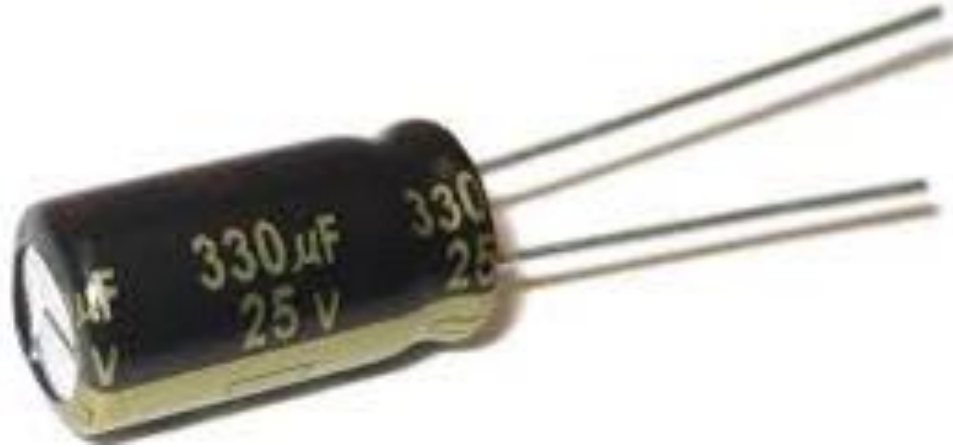
2200 pF

+ - 20%

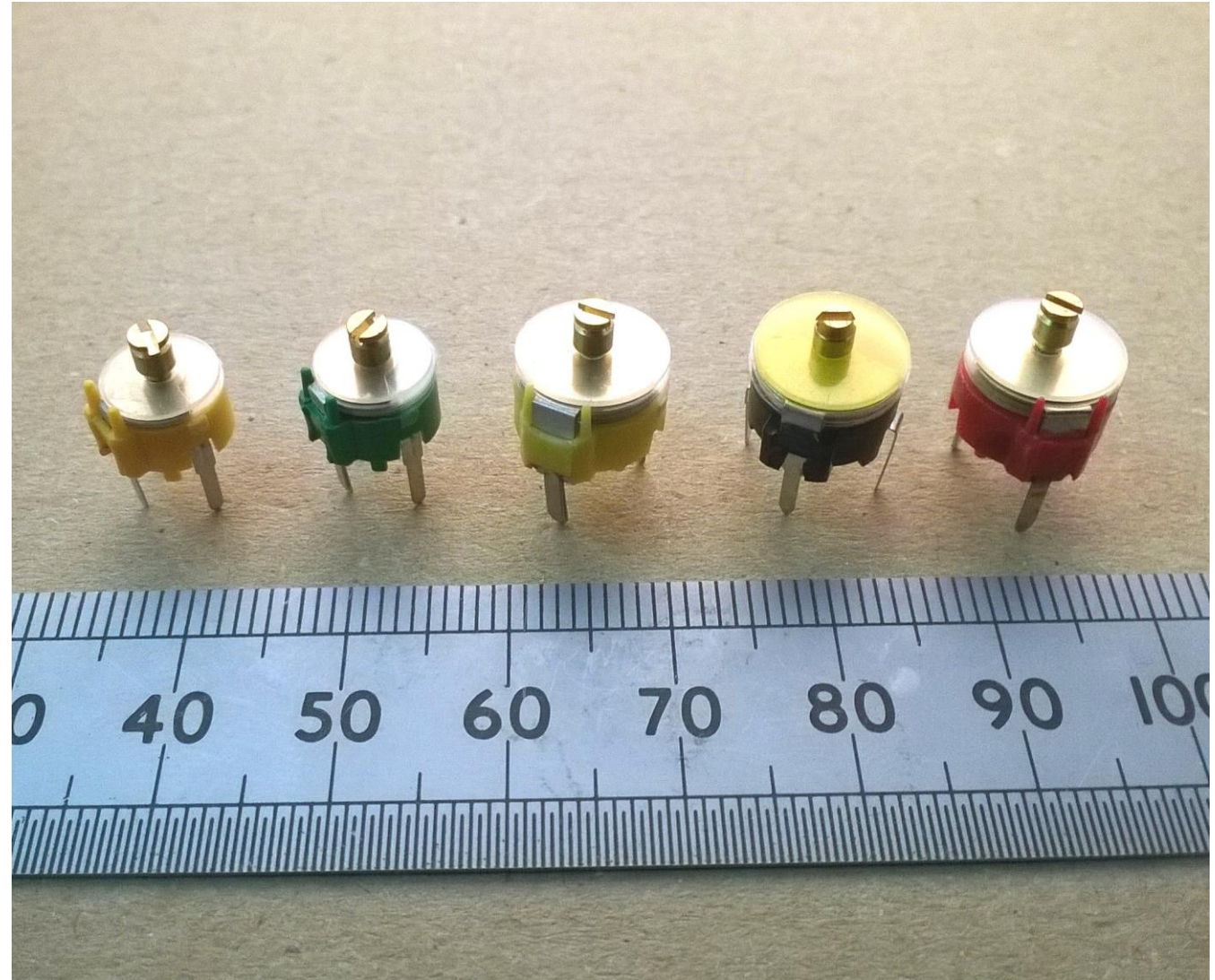
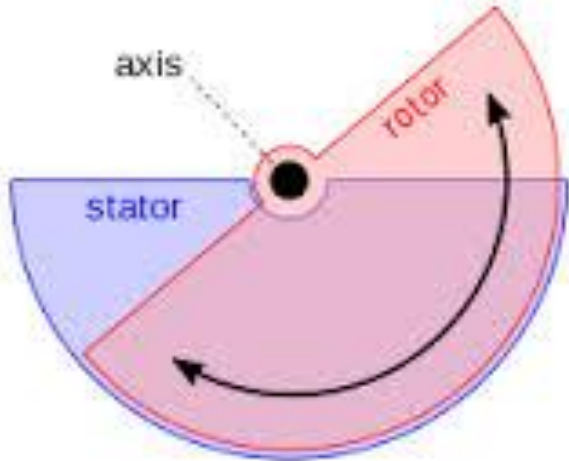
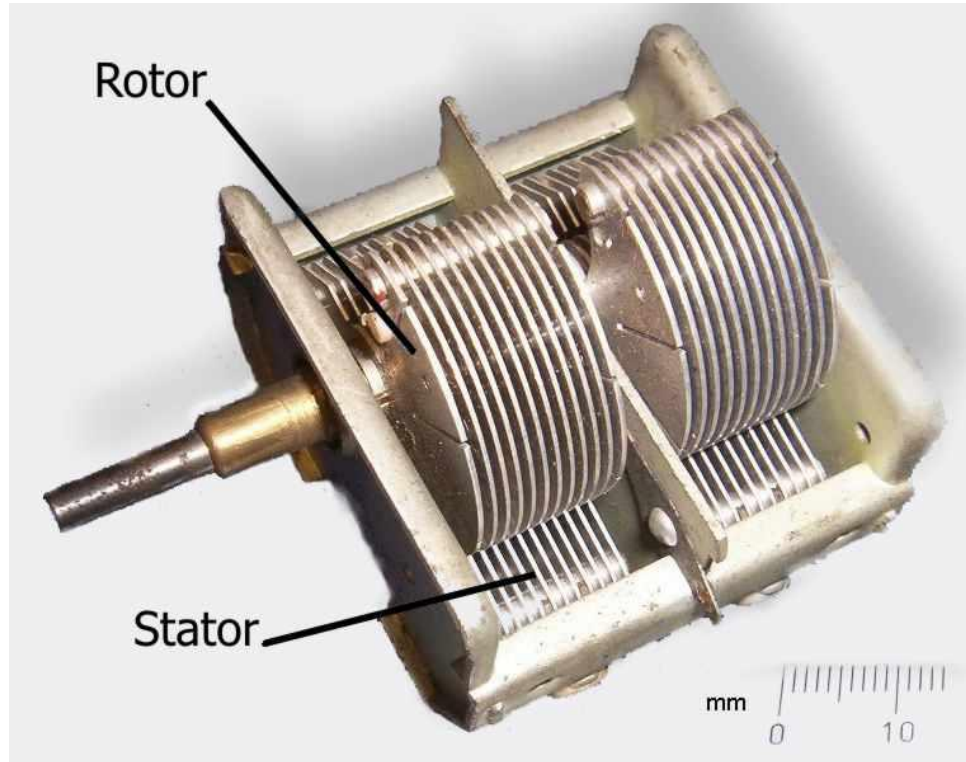
N1500



4- Characteristic and value



4- Characteristic and value



5- Connection of Capacitor

5-1 Series Capacitor:

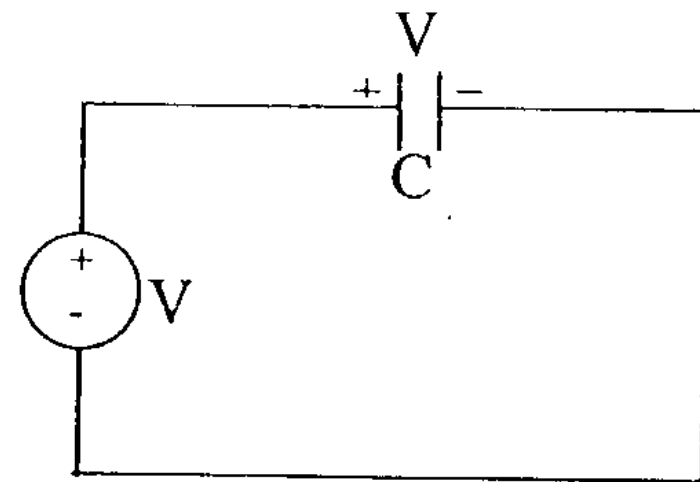
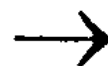
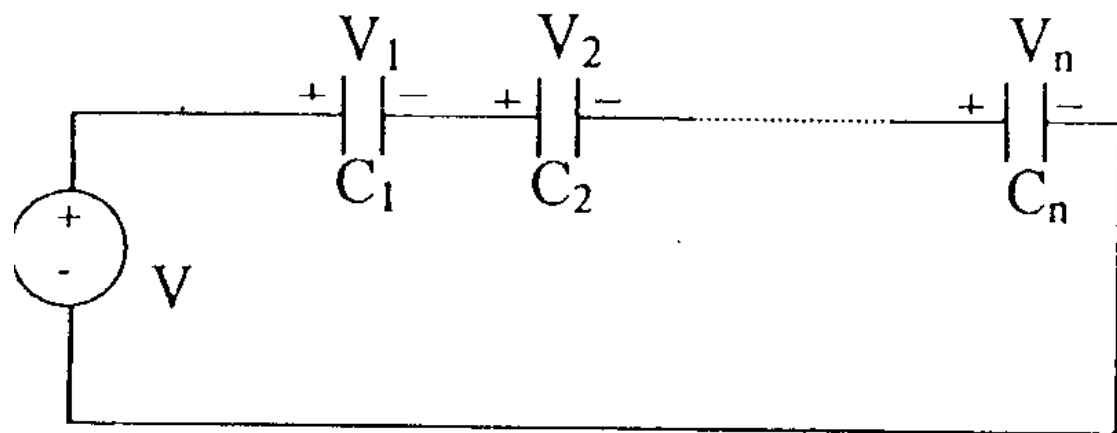
តង់ស្យុង : $V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n$

បន្ទុកអគ្គិសនី : $Q = Q_1 = Q_2 = \cdots = Q_n$

កាប៉ាស៊ីតេសរុប : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$

ករណី $C_1 = C_2 = \cdots = C_n = C_0$ នោះ $C = \frac{C_0}{n}$

5-1 Series Capacitor



រូបទី ១០ (a) បង្ហាញពីប្រព័ន្ធភ្នាក់ដងស្ថាប័នជាស្រេច

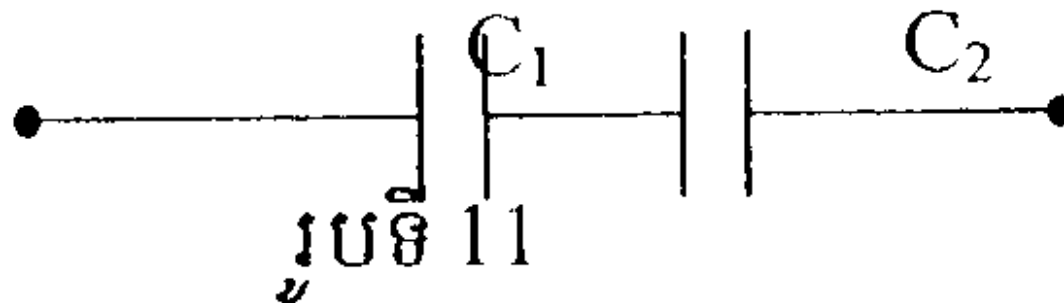
(b) ជាសៀគ្វីសមមូលបង្ហាញ

5-1 Series Capacitor

➤ សំគាល់

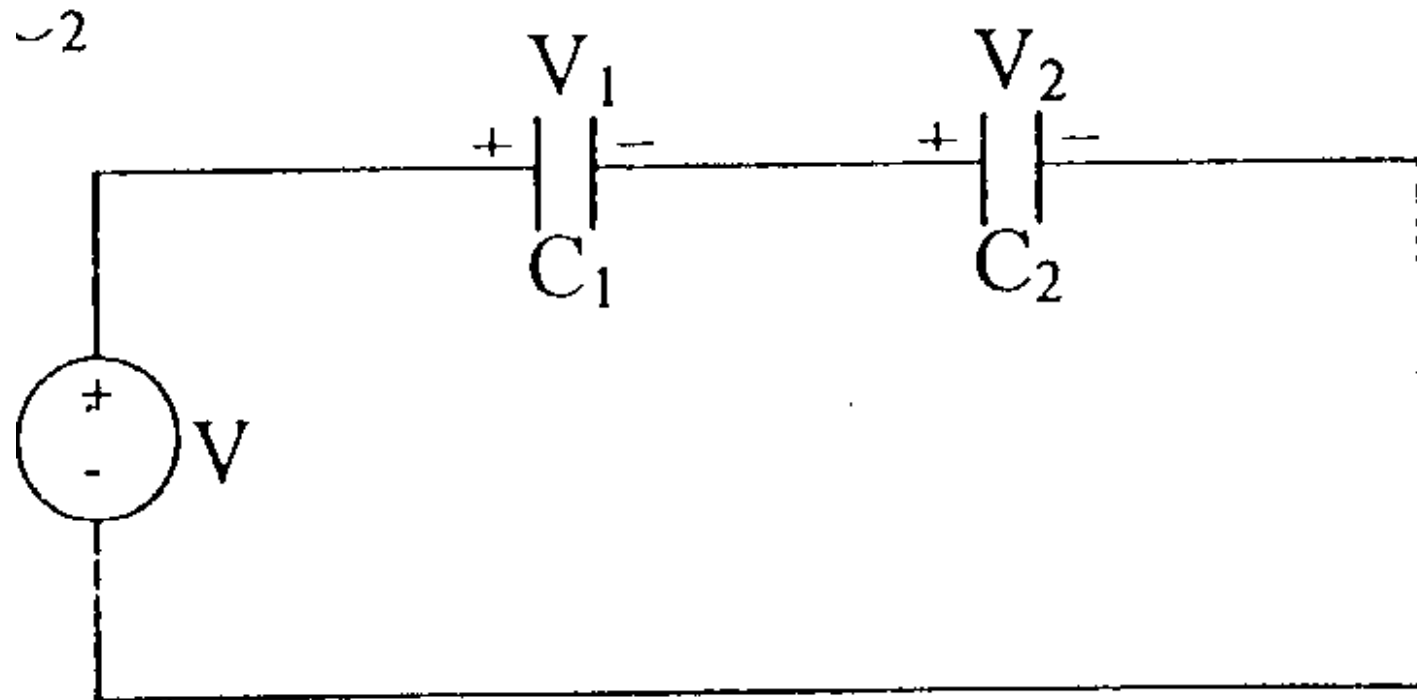
ក្នុងករណីគេមានកង់ដង់ស៊ីទ័រពីរ C_1 និង C_2 ផ្គុំជាស៊េរី នោះគេមានកាប៉ាស៊ីតេសមមូល C គឺ

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

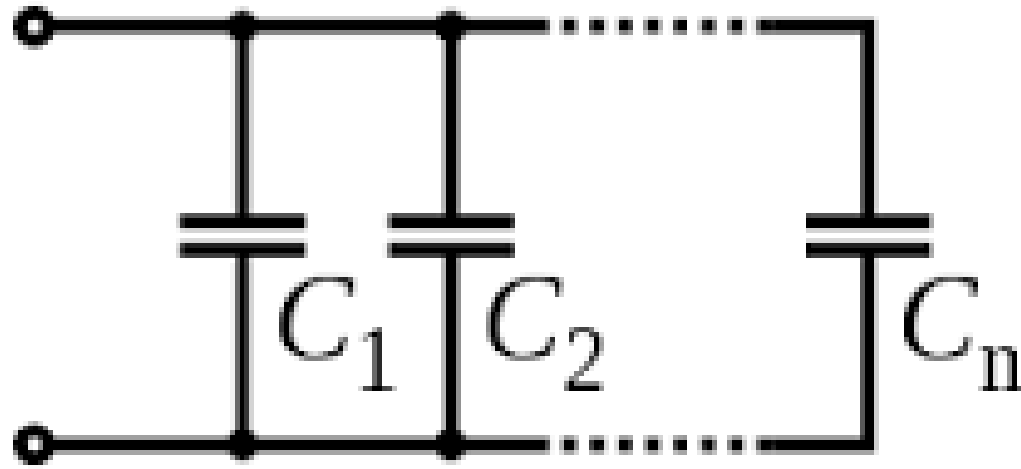


5-1 Series Capacitor

ឧទាហរណ៍ទី៥ : គេមានកុងដង់សាទ័រពីរ $C_1 = 1\mu F$ និង $C_2 = \frac{1}{3}\mu F$ ផ្គុំជាស៊េរី ហើយភ្ជាប់ជាមួយប្លង់ទាំងពីររបស់ប្រភពដែលមានតង់ស្យុង $10V$ ។ គណនាកាប៉ាស៊ីតេនៃបង្គុំ និងតង់ស្យុងរវាងប្លង់ទាំងពីរនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ។



5-1 Parallel Capacitor



តង់ស្យុង : $V = V_1 = V_2 = \cdots = V_n$

បន្ទុកអគ្គិសនី : $Q = Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n$

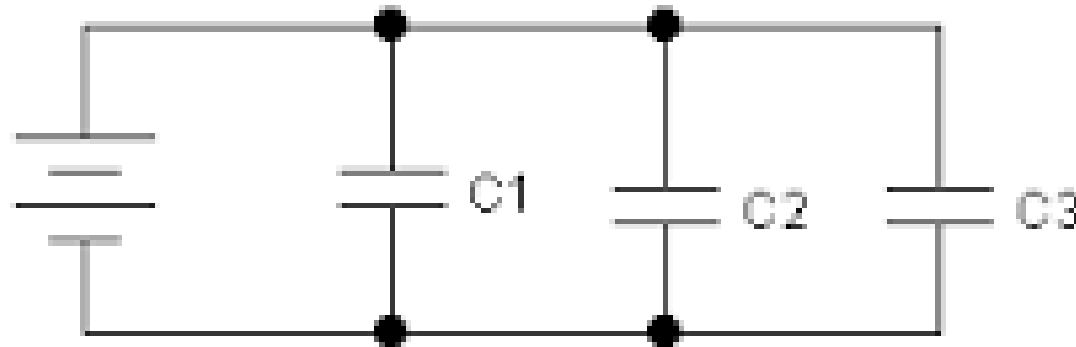
កាប៉ាស៊ីតេសរុប : $C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$

* ករណី $C_1 = C_2 = \cdots = C_n = C_0$ នោះ $C = nC_0$

5-1 Parallel Capacitor

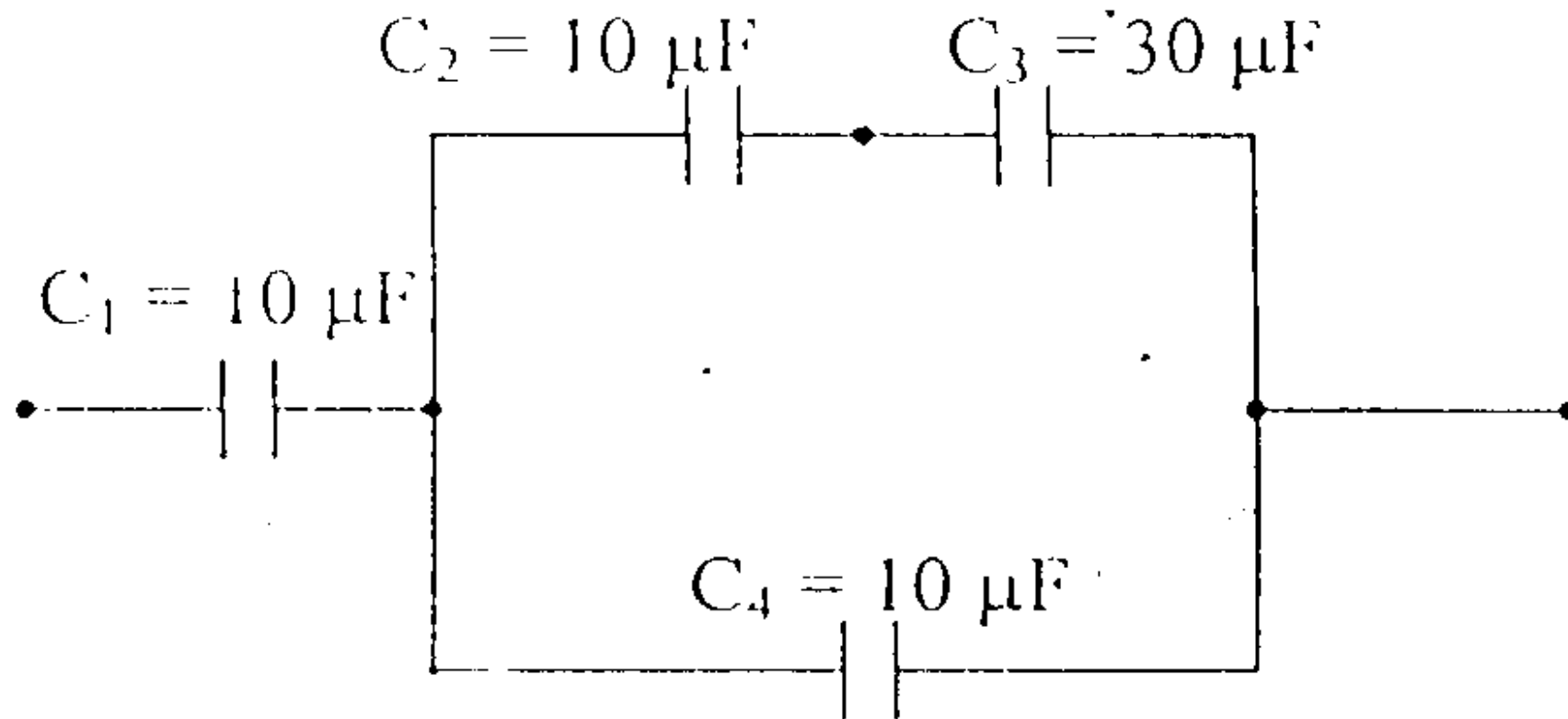
ឧទាហរណ៍ទី៧ : គេមានកុងដង់សាទ័របីផ្គុំជាខ្លែង ដែលមានកាប៉ាស៊ីតេ $40\mu F$, $100\mu F$ និង $10\mu F$ តភ្ជាប់ទៅប្លង់ ទាំងពីររបស់ប្រភពដែលមានតង់ស្យុង $12V$ ។ គណនា :

- កាប៉ាស៊ីតេសរុបនៃបង្គំទាំងបួន
- បន្ទុកអគ្គិសនីដែលកុងដង់សាទ័រនីមួយៗផ្ទុកបាន
- បន្ទុកអគ្គិសនីសរុបនៃប្រភពដែលបានផ្តល់ទៅអោយបង្គំ

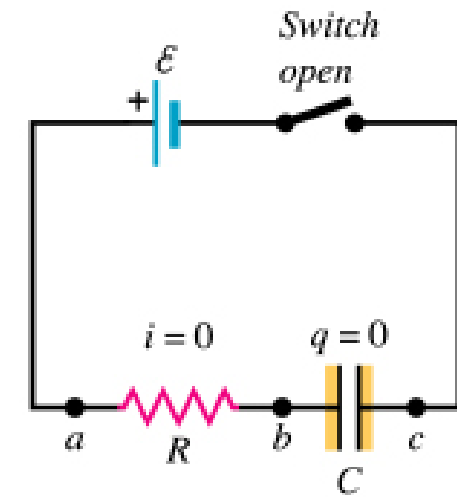
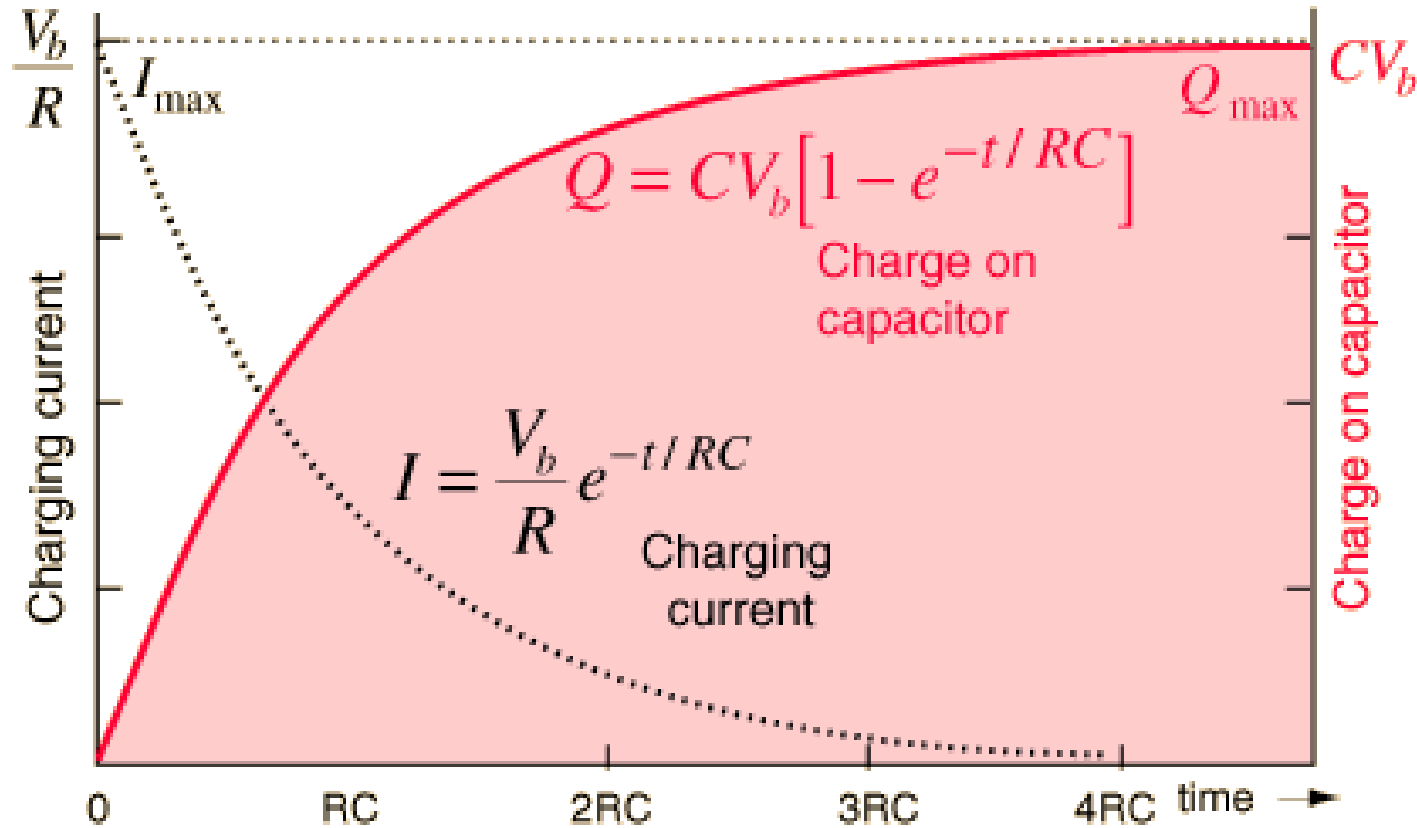


5-1 Series-Parallel Capacitor

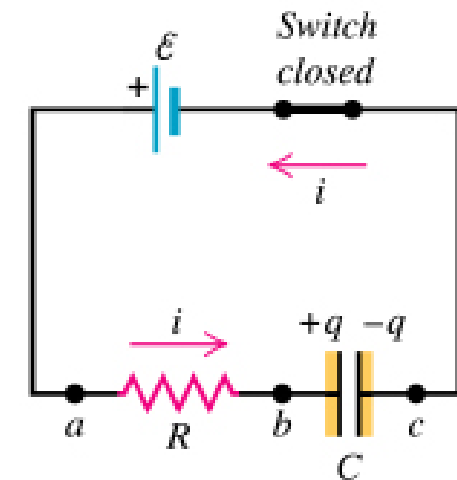
ឧទាហរណ៍ទី៨ : ក្នុងបង្គុំរូបទី ១៦ ចូររកតាមស៊ីតេសមមូលនៃបង្គុំ ?



6- Charging of Capacitor and Current in Circuit



(a)



(b)

វិភាគសៀគ្វី

- នៅពេលកុងតាក់ (K) បើក

$$Q = 0 \quad V_C = 0$$

- តាមសៀគ្វីបិទគេអាចសរសេរ៖

$$V_S = V_R + V_C \Rightarrow V_S = V_R, \quad V_C = 0V$$

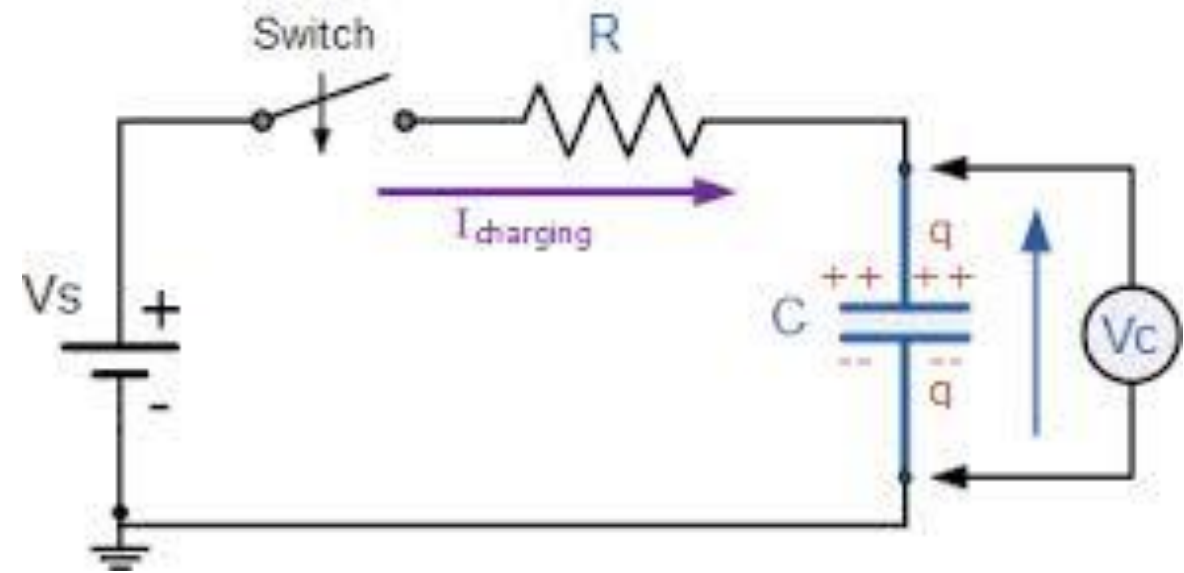
- ដូចនេះចរន្តឆ្លងកាត់ R មានតំលៃអតិបរិមា៖

$$I_{max} = \frac{V_S}{R}$$

- នៅពេលកុងតាក់ (K) បិទ

$$V_C(t) = \frac{q(t)}{C}$$

$$V_S = V_R + V_C \quad V_R = 0 \text{ ពេលកុងដង់សាទ័រផ្ទុកពេញ (I = 0)}$$



វិភាគសៀគ្វី

➤ គណនាបន្ទុករបស់កុងដង់សាទ័រ $q(t)$

$$V_s = V_R + V_C$$

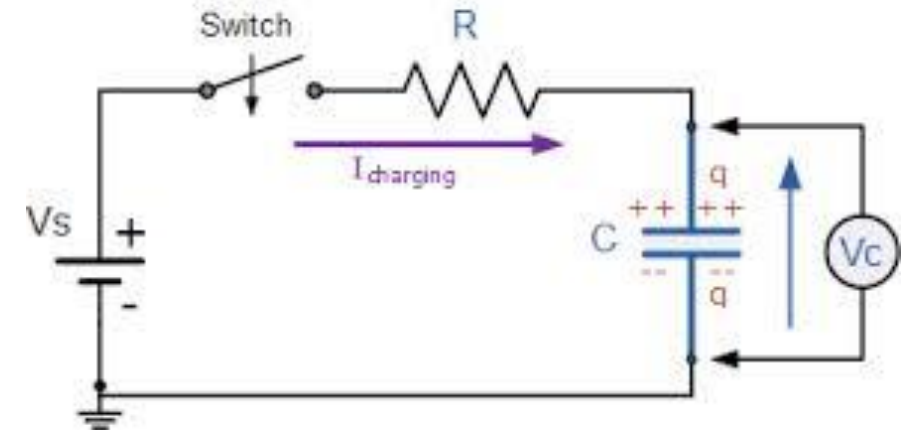
$$\Leftrightarrow V_s = Ri(t) + \frac{q(t)}{C}$$

$$\Leftrightarrow CV_s = CR \frac{dq}{dt} + q(t)$$

$$\Leftrightarrow CR \frac{dq}{dt} = CV_s - q(t)$$

$$\Leftrightarrow \frac{dq}{CV_s - q} = \frac{1}{CR} dt$$

$$\Leftrightarrow \int_0^q \frac{dq}{CV_s - q} = \int_0^t \frac{1}{CR} dt$$



$$\Leftrightarrow \ln \frac{CV_s - q}{CV_s} = -\frac{1}{CR} t$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q - q}{Q} = e^{-\frac{1}{CR} t}$$

$$\Leftrightarrow q(t) = Q(1 - e^{-\frac{1}{CR} t})$$

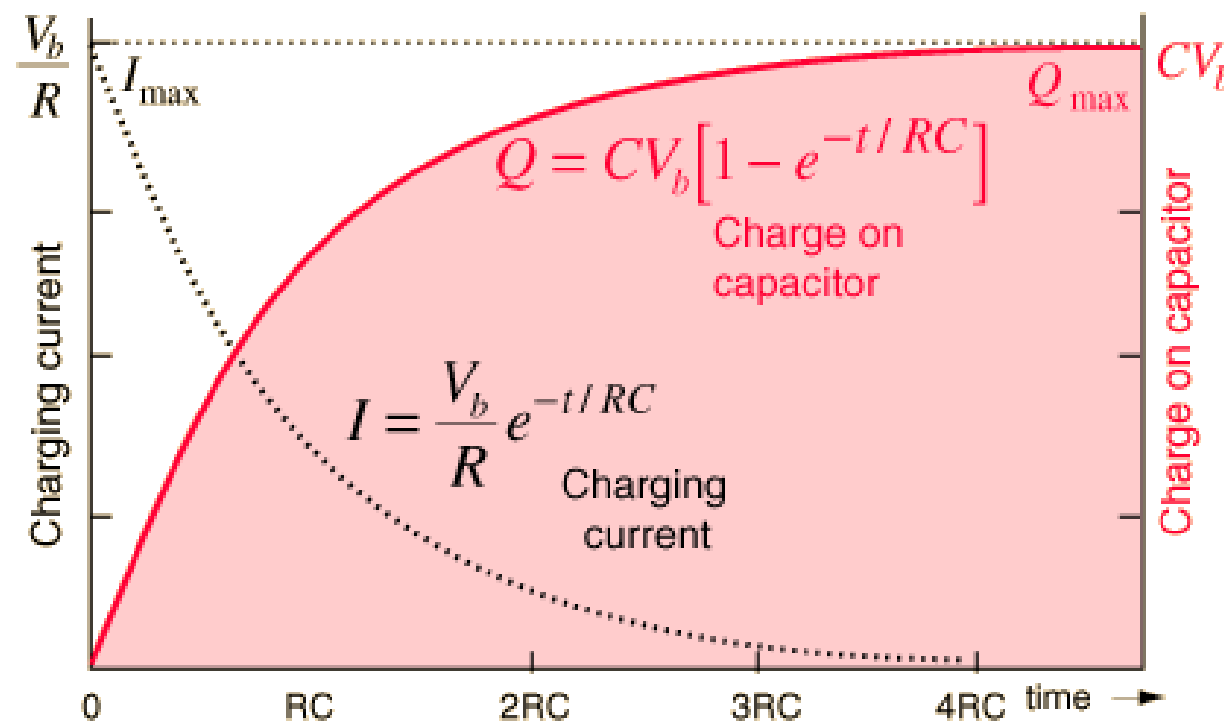
វិភាគសៀគ្វី

$$q(t) = Q(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$$

នៅពេល $t = 0$ នៅ៖ $q = Q(1 - 1) = 0$

$t = RC$ នៅ៖ $q = Q(1 - \frac{1}{e}) = Q(1 - 0,37) = 0,63Q \approx \frac{Q}{1,6}$ បើគិតជាភាគរយគឺ $q = 63\%Q$

$t = \infty$ នៅ៖ $q = Q$



វិភាគសៀគ្វី

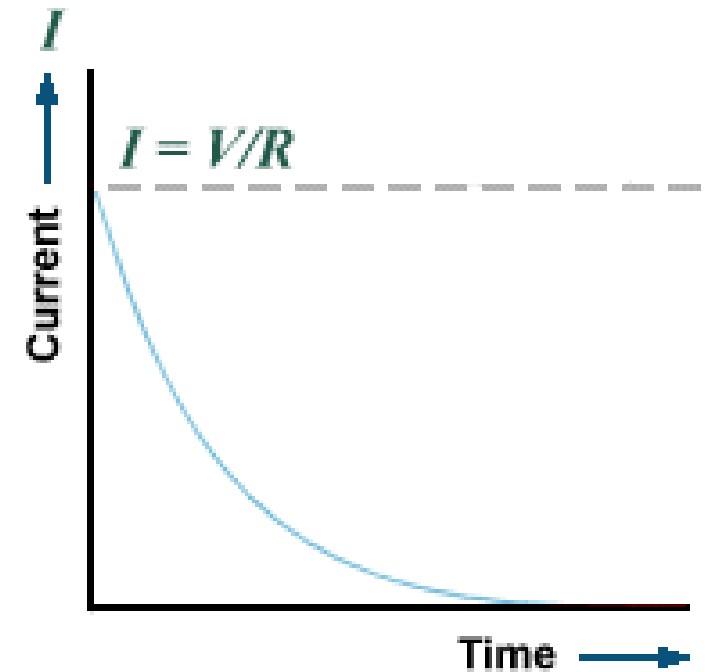
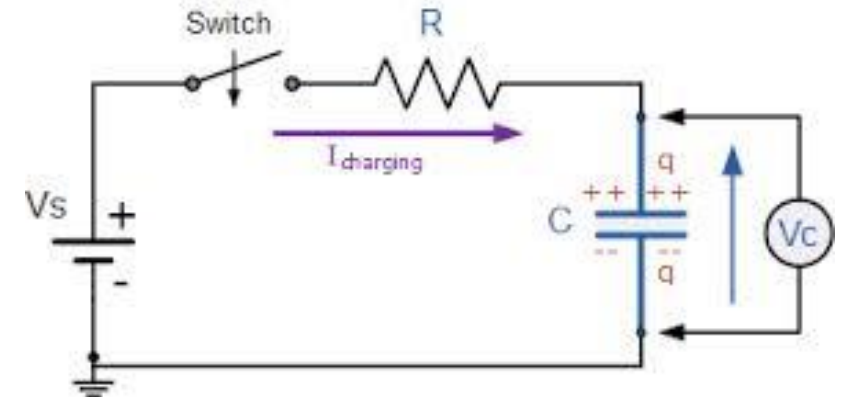
➤ គណនាចរន្តក្នុងសៀគ្វី ($i(t)$)

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

$$q(t) = Q(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})$$

$$i(t) = \frac{dQ(1 - e^{-\frac{1}{CR}t})}{dt}$$

$$i(t) = I_{max}e^{-\frac{1}{CR}t}, I_{max} = \frac{Q}{CR}$$



វិភាគសៀគ្វី

$$i(t) = I_{max} e^{-\frac{1}{CR}t}$$

ពេល $t = 0$ នោះ $I = I_0$

$t = RC$ នោះ $I = I_0 \frac{1}{e} \approx 0,37 I_0$ បើគិតជាភាគរយគឺ $I = 37\% I_0$

$t = \infty$ នោះ I ខិតទៅរកតំលៃ 0

វិភាគសៀគ្វី

➤ គណនាតង់ស្យុងរបស់កុងដង់សាទ័រ ($V_c(t)$)

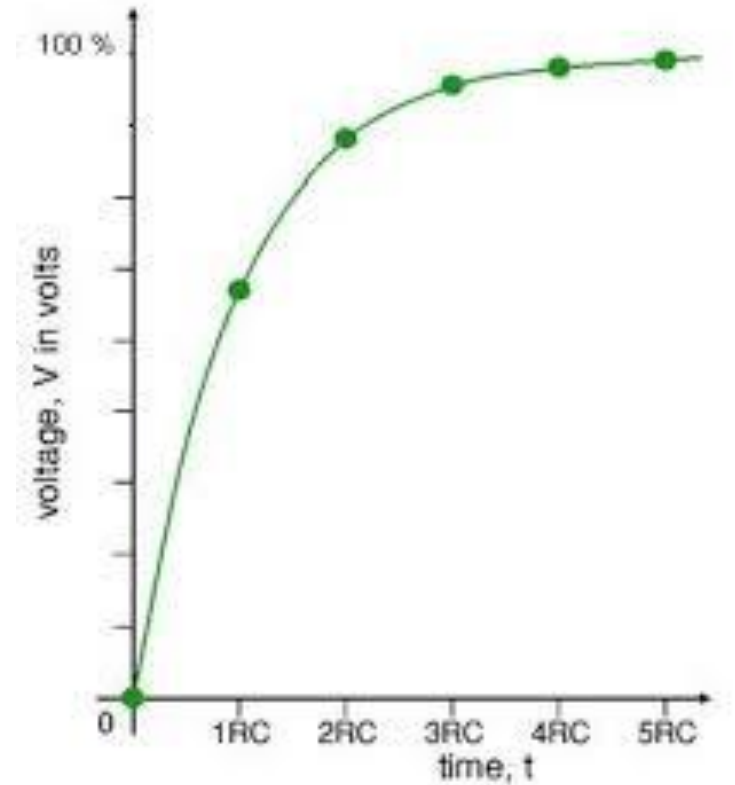
$$V_c(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{Q}{C} \left(1 - e^{-\frac{1}{CR}t}\right) = V_s \left(1 - e^{-\frac{1}{CR}t}\right)$$

ពេល $t = 0$ នោះ $V_c = 0$

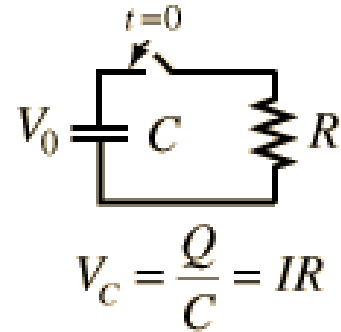
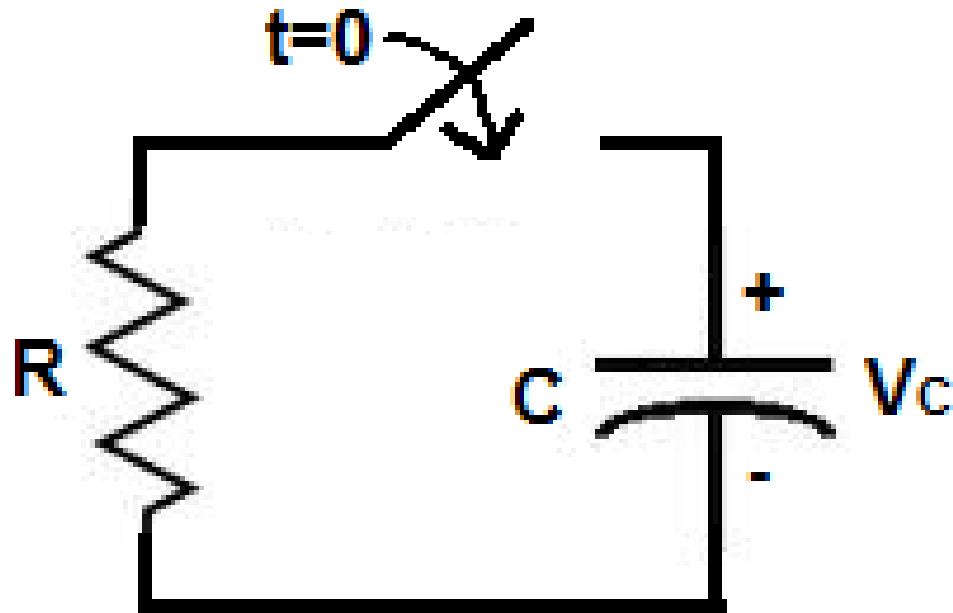
$t = RC$ នោះ $V_c = V_s (1 - 0,37) = 0,63V_s$

បើពិពណ៌នាភាគរយគឺ $V_c = 63\% V_s$

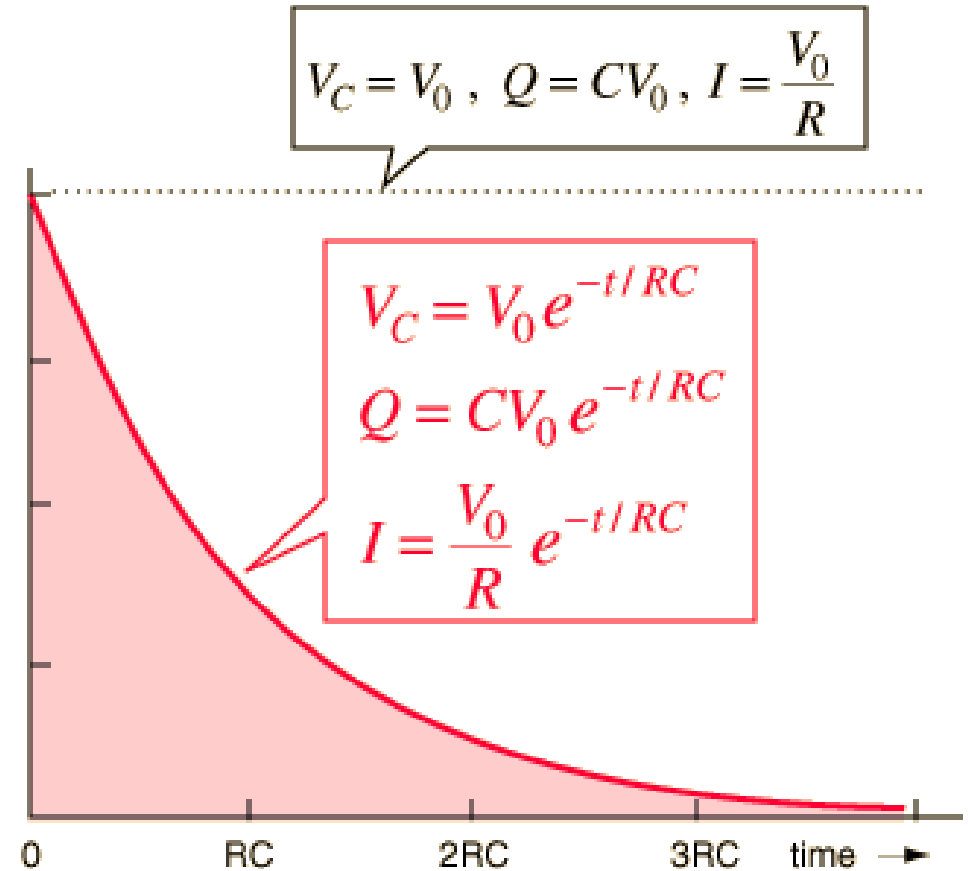
$t = \infty$ នោះ $V_c = V_s$



7-Discharging of Capacitor



The voltage V_C , the current I , and the charge Q all follow the same type of decay curve when the switch is closed.



7-Discharging of Capacitor

➤ គណនាតង់ស្យុងរបស់កុងដង់សាទ័រ ($V_C(t)$)

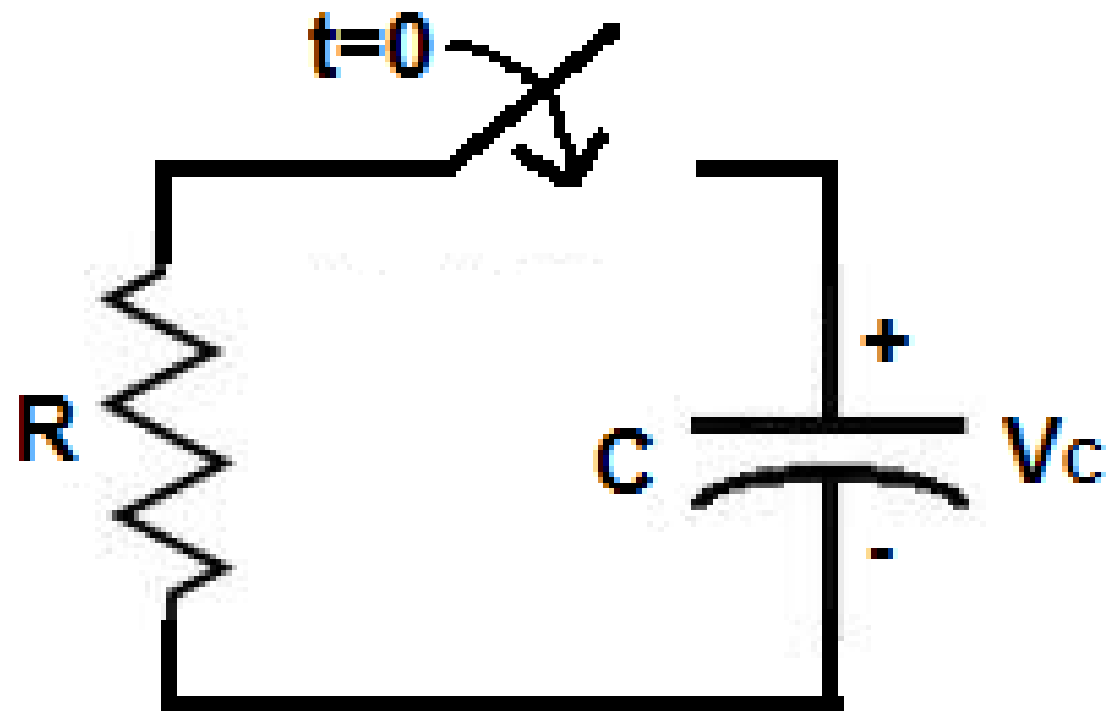
$$V_C - V_R = 0$$

$$V_C = -Ri(t) = -R \frac{dq}{dt} = -RC \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{dV}{V_C} = -\frac{dt}{RC}$$

$$\int_{V_0}^V \frac{dV}{V_C} = -\int_0^t \frac{dt}{RC}$$

$$\ln V - \ln V_0 = -\frac{t}{RC}$$



$$V_C = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

7-Discharging of Capacitor

ពេល $t = 0$ នោះ $V = V_0$

ពេល $t = RC$ នោះ

$$V_C = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$V = V_0 \frac{1}{e} \approx 0,37V_0$$

ពេល $t = \infty$ នោះ V ទិញទៅរក 0

Measurement Capacitor

ដើម្បីវាស់ កុងដង់ស៊ាទ័រ នៅក្នុងសៀគ្វីចំហរ គេប្រើ អ្នមម៉ែត្រ ដោយធ្វើការវាស់ដូចខាងក្រោម :

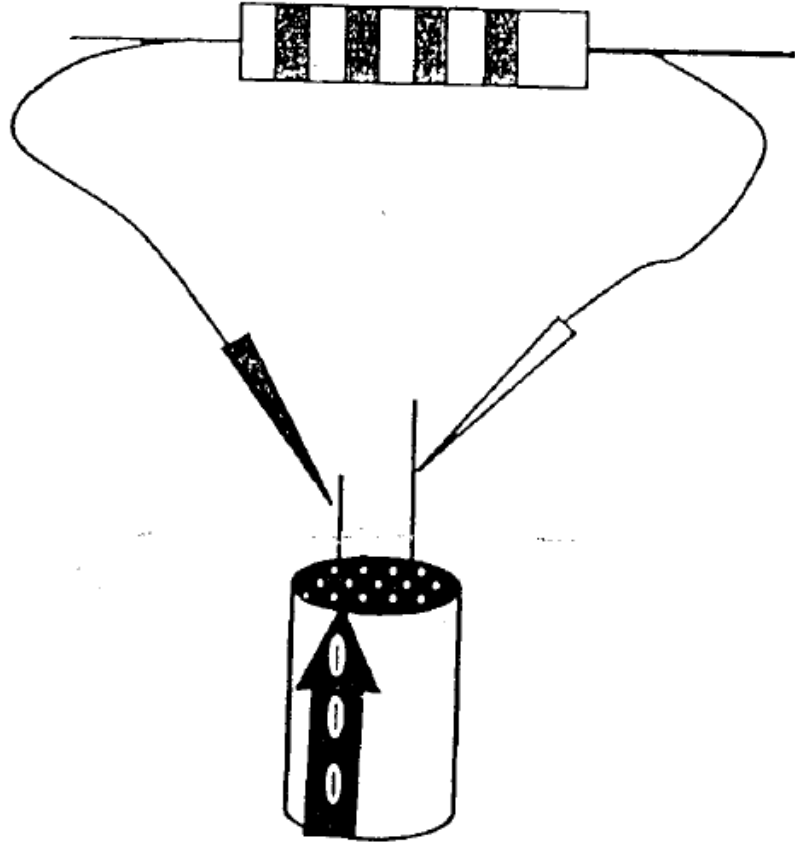
★ ករណីល្អ : ទ្រនិច នៃ អ្នមម៉ែត្រ ផ្លាស់ទី ដោយងាកពី អនន្ត ទៅរកតំលៃសូន្យ រួចវិលត្រឡប់
មករកទីតាំងដើមវិញ ។

★ ករណីខូច : មានពីរករណី គឺ :

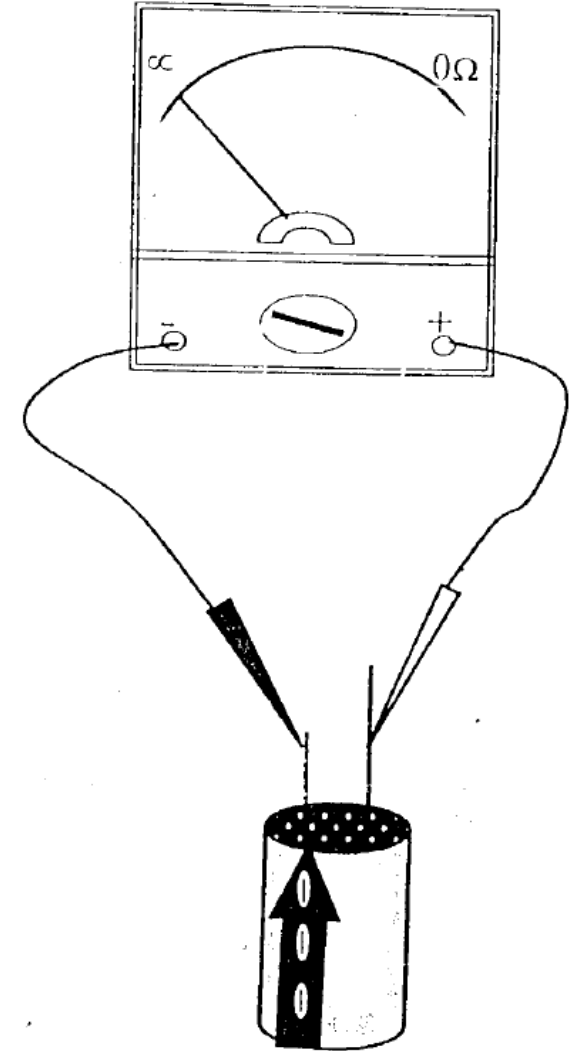
- ខូចដោយឆ្លងភ្លើង : ទ្រនិចនៃ អ្នមម៉ែត្រ ផ្លាស់ទីងាក ទៅទីតាំង សូន្យ ហើយ ឈប់នឹងនៅទីតាំង
សូន្យនោះ ។

- ខូចដោយចំហរ : ទ្រនិចនៃ អ្នមម៉ែត្រ មិនផ្លាស់ទីឡើយ គឺ វា នៅទីតាំង អនន្ត ។

Measurement Capacitor

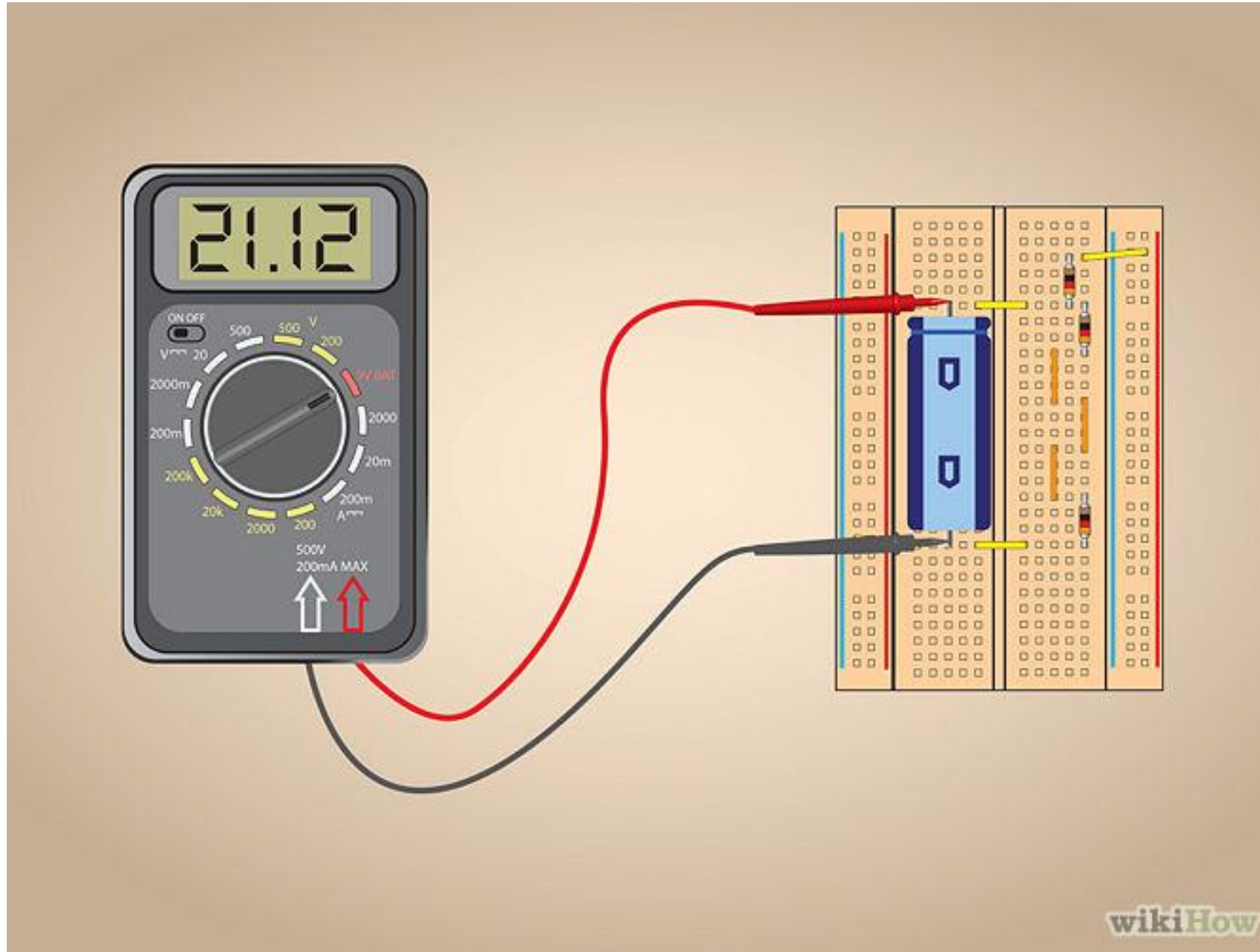


ការផ្ទេរបន្ទុកអគ្គិសនី



ការវាស់កុងដង់សាទ័រ

Measurement Capacitor



Home work

2- គេមានប្រព័ន្ធក្នុងដង់សាទ័រដូចរូបខាងក្រោម (រូបទី 24) ។

ក- កំនត់សញ្ញានៃបន្ទុកអគ្គិសនីលើអាម៉ាត្រនៃក្នុងដង់សាទ័រនីមួយៗ ។

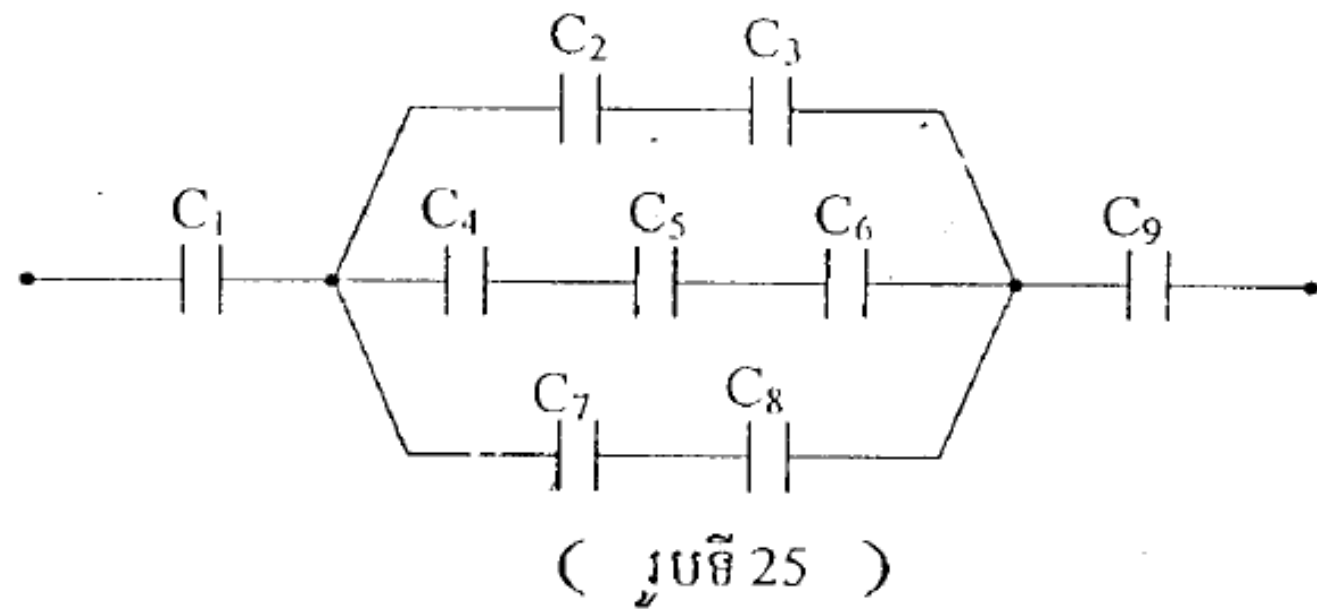
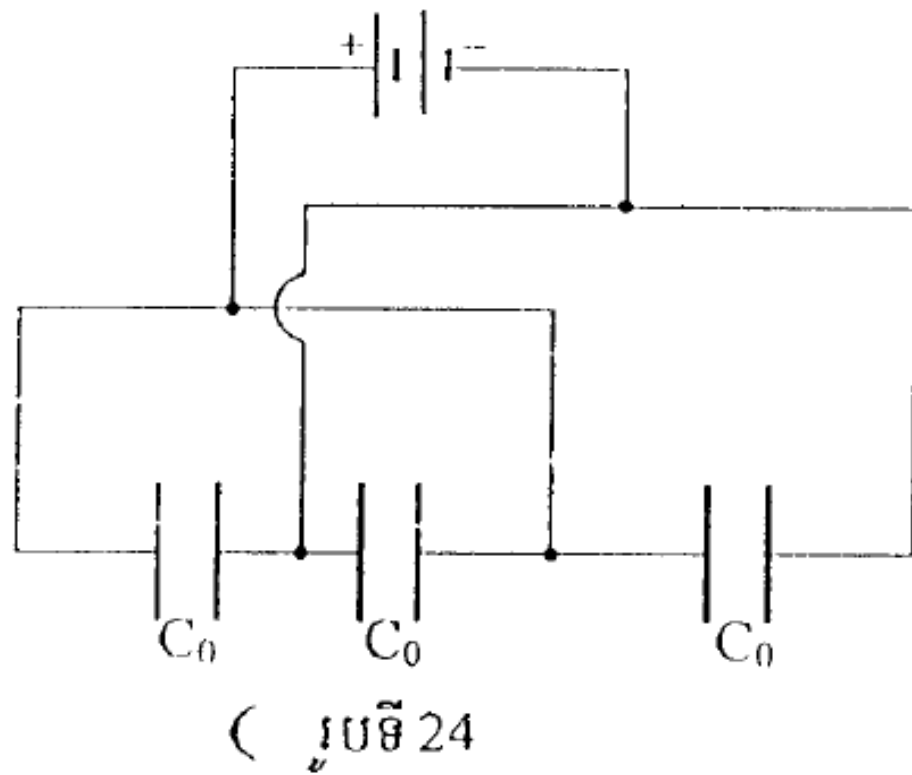
ខ- គណនាកាប៉ាស៊ីតេសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ បើ $C_0 = 8\mu F$ ។

គ- បើគេផ្តល់តង់ស្យុងដោយប្រភពមានតង់ស្យុង $12V$ តើក្នុងដង់សាទ័រ នីមួយៗក្រោយ ពីផ្ទុកអគ្គិសនីពេញ វាមានបន្ទុកអគ្គិសនីប៉ុន្មាន ?

3- គេមានប្រព័ន្ធក្នុងដង់សាទ័រផ្គុំចំរុះដូចរូបទី 25 ។ ចូរគណនាកាប៉ាស៊ីតេរបស់ប្រព័ន្ធ ។ គេអោយ :

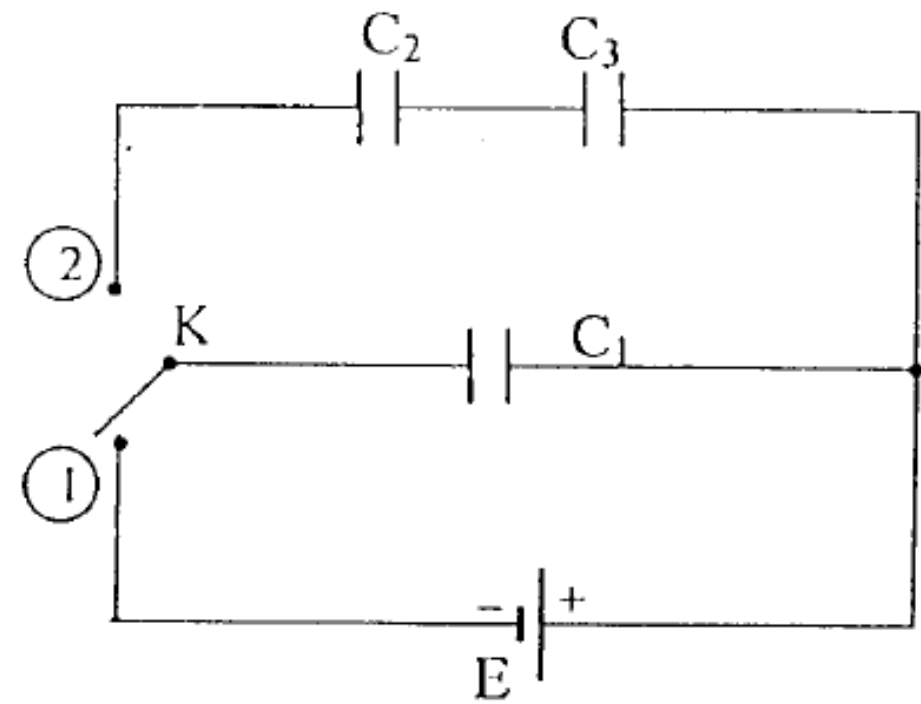
$$C_1 = 12\mu F, \quad C_2 = C_3 = 4\mu F, \quad C_4 = C_5 = C_6 = 9\mu F, \quad C_7 = C_8 = 26\mu F \text{ និង } C_9 = 18\mu F$$

Home work



Home work

5-គេដំឡើងប្រព័ន្ធខូបករណ៍មួយដូចរូបទី 26 នៅក្នុងនោះមានកុងដង់សាទ័រណ៍ត (មិនទាន់មានបន្ទុកអគ្គិសនី) ចំនួនបីដែលមានកាប៉ាស៊ីតេរៀងគ្នា $C_1 = 0,8\mu F$; $C_2 = 2\mu F$ និង $C_3 = 0,3 \cdot 10^{-5} F$ ។ ជនីតាមានកំលាំងអគ្គិសនីចលករ $20 V$ និងមេស៊ីស្តង់ក្នុងអាចចោលបាន ។ ដំបូងគេបិទកុងតាក់ K ទៅប្លូលទី 1 ករណីនេះកុងដង់សាទ័រ C_1 ផ្ទុកអគ្គិសនីក្រោមតង់ស្យុងរបស់ប្រភពរហូតពេញ ។ បន្ទាប់មកគេបិទកុងតាក់ K ទៅប្លូលទី 2 វិញ ក្នុងករណីនេះចូរកំណត់រកតង់ស្យុងរវាងអាម៉ាត្រនៃកុងដង់សាទ័រនីមួយៗ និងរកបន្ទុកអគ្គិសនីដែលកុងដង់សាទ័រនីមួយៗផ្ទុកបានក្រោយពីមានលំនឹងអគ្គិសនី ?



(រូបទី 26)

Home work

6- គេមានកុងដង់សាទ័រមួយចំនួនដូចៗគ្នា មានកាប៉ាស៊ីតេស្មើៗគ្នាគឺ $3\mu F$ ។ គេចង់បាន ប្រព័ន្ធ មួយដែលមានកាប៉ាស៊ីតេ សមមូល $5\mu F$ ។ ដូចនេះចូររកបង្គុំណា ដែលប្រើកុងដង់សាទ័រ អស់ ចំនួនតិចបំផុត ដោយគូសសៀគ្វីបញ្ជាក់ផង ។

7- គេមានកុងដង់សាទ័រមួយចំនួន មានតំលៃ $3\mu F$; $9\mu F$; $4\mu F$; $5\mu F$ និង $2\mu F$ ។ គេត្រូវការផ្គុំកុងដង់សាទ័រ ចំនួនបីក្នុងចំណោមទាំងប្រាំនេះ អោយមានតំលៃ $1,6\mu F$ ។ តើអ្នកត្រូវ ជ្រើសរើសយកកុងដង់សាទ័រណាខ្លះ ហើយតវា ទាំងនោះដូចម្តេច ?

