ආධුනික ගුවන් විදුලි ශිල්පය

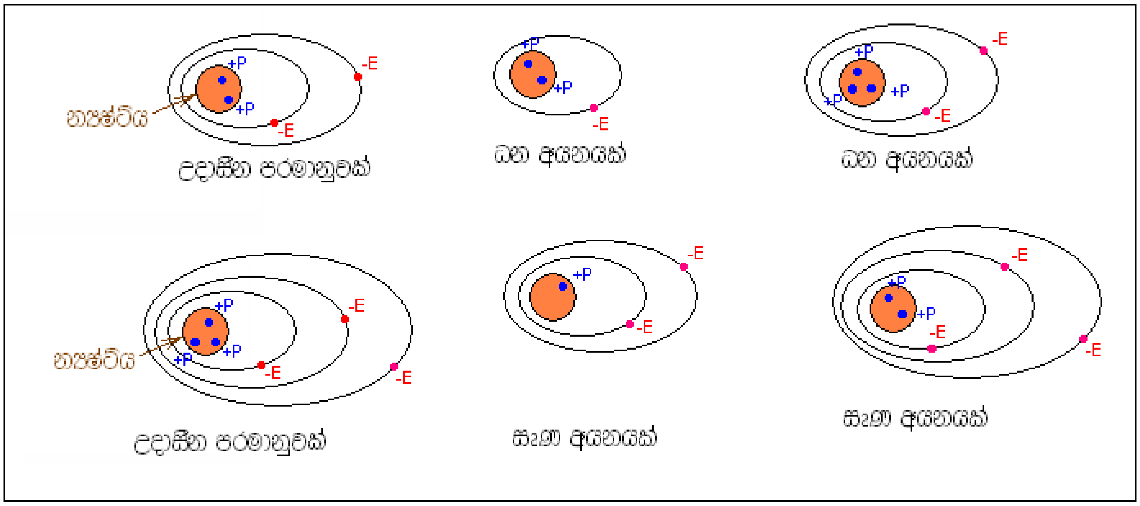
1 වැනි පරිච්ඡේදය

විදුලිය පිළිබඳ මූලධර්ම

1.1 විද්‍යුත් ආරෝපනය

අප අවට ඇති සෑම දෙයක්ම සෑදී ඇත්තේ පරමානු නමැති ඉතා කුඩා අංශුන්ගෙනි. ඒවා කොතරම් කුඩාද කිවහොත් ප්‍රබලම අන්වීක්ෂයකින් පවා දැකගත නොහැක. පරමානුව සෑදී ඇත්තේ ඊටත් වඩා කුඩා අංශු සමූහයකිනි. මේ අතුරින් විදුලිය සඳහා වැදගත් වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝනය සහ ප්‍රෝටෝනයයි. මේවා පිලිවෙලින් සෘණ සහ ධන වන අතර, ප්‍රමානයෙන් සමාන වූ ආරෝපන වලින් සමන්විතය. මෙම ප්‍රතිවිරුද්ධ ආරෝපනයන්හි ඇති වැදගත්ම ලක්‍ෂණය නම් ඒවා ඉතා බලවත් ලෙස එකිනෙකට ආකර්ෂණය වීමයි.

පරමානුවේ මැද කොටස න්‍යෂ්ටිය ලෙස හැඳින්වෙන අතර එහි නියමිත ප්‍රෝටෝන සංඛ්‍යාවක් ඇත. සාමාන්‍ය පරමානුවක න්‍යෂ්ටියේ ඇති ධන ආරෝපනය, එය වටා කක්‍ෂගතව ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන වල සෘණ ආරෝපන ප්‍රමාණයට සමාන බැවින් උදාසීනව පවතී. කෙසේ වෙතත් උදාසීන පරමානුවකින් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ගිලිහීමට හැකියාවක් ඇත. එසේවූවිට එම පරමානුව, එහි තිබියයුතු තරමට වඩා අඩු සෘණ ආරෝපනයකින් සමන්විත බැවින් එය ධන ආරෝපනයක් හෙවත් ධන අයනයක් ලෙසද, මෙම ක්‍රියාවලිය අයනීකරනය ලෙසද හැඳින්වේ. උදාසීන පරමානුවකට, පිටතින් පැමිණෙන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් බැඳීමටද හැකියාවක් ඇත. එවිට එය සෘණ අයනයක් ලෙස හැඳින්වේ.



1.1 රූපය

1.1.1 කූලෝම් (COULOMB)

විද්‍යුත් ආරෝපනයේ (electric charge) ප්‍රායෝගික ඒකකය (SI-unit) කූලෝම් නමින් හැඳින්වෙයි. මෙය ඉලෙක්ට්‍රෝන බිලියන් ගනනක ආරෝපනයට සමාන වේ.

කූලෝම් 1 = **ඉලෙක්ට්‍රෝන** 6.242×10^{18}

1.2 විද්‍යුත් ධාරාව (ඇම්පියර)

පරමානුවල ඇති නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සහ සෘණ අයන වල පවතින අමතර ඉලෙක්ට්‍රෝනද, අසළ ඇති ධන අයන මගින් ආකර්ශනය වේ. මෙලෙස සන්නායකයක පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන පරමානුවෙන් පරමානුවට හුවමාරු වෙමින් ගමන් කලහැකිය. අයන වල හෝ ඉලෙක්ට්‍රෝන වල චලිතය **විද්‍යුත් ධාරාවක්** ලෙස හැඳින්වේ.

විද්‍යුත් ධාරාවේ ප්‍රායෝගික ඒකකය ඇම්පියරය ලෙස අර්ථ දැක්වේ. සන්නායකයක එක් ස්ථානයක් හරහා තත්පරයට කුලෝම් ඒකක ආරෝපනයක් ගලා යන්නේ නම් එහි ධාරාව ඇම්පියරය ඒකක් ලෙස අර්ථ දැක්වේ. ප්‍රායෝගික පහසුව සඳහා කුඩා ඒකක වන මිලි ඇම්පියරය (mA) සහ මයික්‍රෝ ඇම්පියරය (µA) භාවිත කෙරේ.

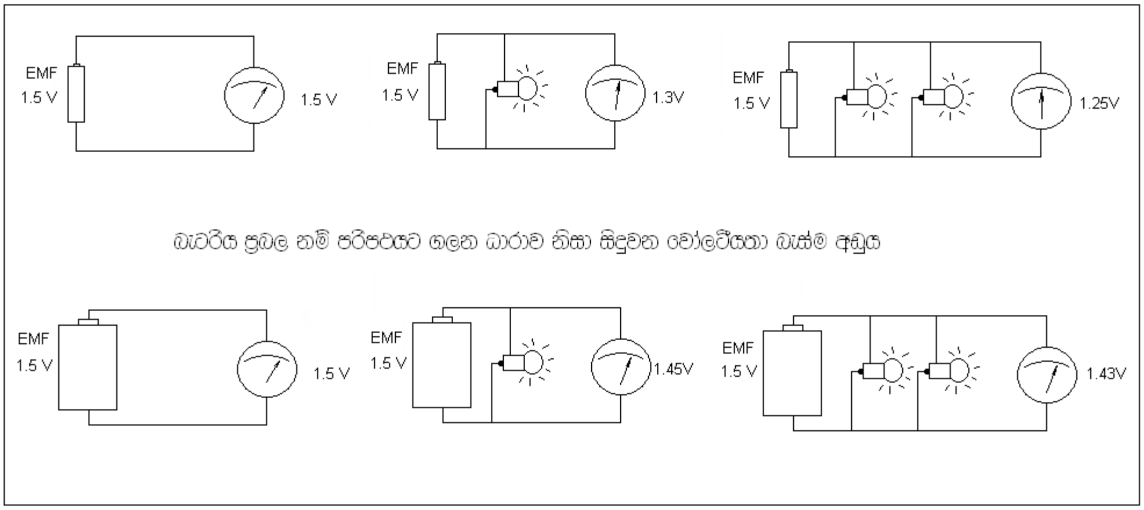
1000 µA = 1 mA
1000 mA = 1 A

1.2.1 විද්‍යුත් ධාරාවේ දිශාව

ධන ආරෝපන ගමන් කරන දිශාව ධාරාවේ දිශාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ. උදාහරන ලෙස බැටරියක ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දක්වා බාහිර පරිපථයේ ධාරාව ගලා යයි. ඉලෙක්ට්‍රෝන ගලා යන්නේ මීට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවේය.

1.3 විද්‍යුත් ගාමක බලය Electromotive Force (e.m.f.)

විද්‍යුත් ධාරාවක් සන්නායකයක් දිගේ ගලායන්නේ ප්‍රභවයකින් (බැටරියක් හෝ විදුලිජනකයක්) ලැබෙන විද්‍යුත් පීඩනයක් හේතුකොටගෙනය. ප්‍රභවය බාහිර පරිපථයකට සම්බන්ධ නොකර ඇතිවිට එහි අග්‍ර අතර පවතින විද්‍යුත් පීඩනය එම ප්‍රභවයේ **විද්‍යුත් ගාමක බලය** ලෙස අර්ථ දැක්වේ. බාහිර පරිපථයකට සම්බන්ධ කලවිට එය යම් ප්‍රමාණයකින් අඩුවේ. මෙය 1.2 රූප සටහනින් පැහැදිලිවේ.



1.2 රූපය

විද්‍යුත් ගාමක බලය මනිනු ලබන්නේ වෝල්ට් වලිනි. කුඩා ඒකක මිලි වෝල්ට් (mV) සහ මයික්‍රෝ වෝල්ට් (µV) වන අතර විශාල ඒකක කිලෝ වෝල්ට් (kV) සහ මෙගා වෝල්ට් (MV) වේ.

1000 µV = 1 mV
1000 mV = 1 V
1000 V = 1 kV
1000 V = 1 MV

1.3.1 විභව අන්තරය (Potential Difference) සහ වෝල්ටීයතාව (Voltage)

පරිපථයක යම් ස්ථාන දෙකක් අතර පවතින විද්‍යුත් පීඩන වෙනස විභව අන්තරය ලෙස හැඳින්වේ. එය වෝල්ට් වලින් මනින විට වෝල්ටීයතාවය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. ඉහත රූපයේ වෝල්ට් මීටරයෙන් දැක්වෙන්නේ කෝෂයේ අග්‍ර අතර පවතින වෝල්ටීයතාවයයි. බාහිර පරිපථය තුලින් ධාරාවක් ගලනවිට මෙම වෝල්ටීයතාවය අඩුවෙයි. මෙම අඩුවීම "වෝල්ටීයතා බැස්ම" (Voltage Drop) ලෙස හැඳින්වේ. බාහිර පරිපථය ඉවත් කළහොත් වෝල්ටීයතාව වැඩිවී වි.ගා.බ. වෙත ලඟා වෙයි.

1.3.2 **වි.ගා.බ. සහ වෝල්ටීයතා බෑස්ම** (Voltage Drop)

විද්‍යුත් ගාමක බලය යනු බැටරියෙන් ශක්තියක් පිටතට නොගන්නාවිට, එනම් ධාරාවක් නොගලනවිට එහි අග්‍ර අතර පවතින විද්‍යුත් පීඩනය හෙවත් විභව අන්තරයයි. එනම් වෝල්ටීයතාවයයි. ඉහත රූපයෙන් පැහැදිලි කළ පරිදි බාහිර පරිපථය හරහා ධාරාවක් ගලායනවිට බැටරියේ අග්‍ර හරහා පවතින වෝල්ටීයතාව, වි.ගා.බ යට වඩා අඩුවෙයි. එනම් වෝල්ටීයතා බෑස්මක් පවතී. වෝල්ටීයතා බෑස්ම, බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයත් බාහිර පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධයත් මත රදා පවතී. බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය කුඩා නම් හෝ බාහිර පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය විශාල නම් වෝල්ටීයතා බෑස්ම අඩු වේ. සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රමාණයෙන් විශාල බැටරිවල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය කුඩා වෙයි.

1.3.3 **බැටරියක ධාරිතාව (ඇම්පියර්-පැය)**

බැටරියකින් ලබාගතහැකි ආරෝපන ප්‍රමාණය (සාමාන්‍යයෙන් ශක්ති ප්‍රමාණය) හඳුන්වන්නේ එහි ධාරිතාව ලෙසය. බැටරියක් ප්‍රමාණයෙන් විශාල නම් එහි ධාරිතාව වැඩිය. මෙහි ඒකකය ඇම්පියර්-පැය (Ampere-hour, Ah) සහ මිලිඇම්පියර්-පැය (mAh) නම් වේ. වෙනත් අයුරකින් පවසන්නේ නම් ඇ 2 ක ධාරාවක් පැය 5ක් තිස්සේ ලබාගත හැකි බැටරියක ධාරිතාව ඇ.පැ. 10 කට වඩා ස්වල්පයක් වැඩිය.

1.4 **සන්නායක සහ පරිවාරක** (Conductors and Insulators)

ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ අයන වඩා පහසුවෙන් ගලායාහැකි ද්‍රව්‍යයන් සන්නායක ලෙසත් එසේ සිදුනොවන, එනම් ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ අයන ගලායාමට නොහැකි ද්‍රව්‍යයන් පරිවාරක ලෙස හැඳින්වේ.

උදාහරණ :-

සන්නායකඃ- ලෝහ, කාබන්, තෙත කඩදාසි, අමු ලී, අම්ල, ලවන, අයනීකෘත වායු

පරිවාරකඃ- වීදුරු, මයිකා, පිගන් ගඩොල්, රබර්, වියලි ලී, ප්ලාස්ටික්, වියලි වාතය

1.4.1 **සුසන්නායක සහ කුසන්නායක** (Good and poor Conductors)

සියළුම සන්නායක සුසන්නායක නොහොත් හොඳ සන්නායක සහ කුසන්නායක නොහොත් දුර්වල සන්නායක යන දෙවර්ගයට වෙන් කලහැකිය.

සුසන්නායකඃ- මෙවැනි ද්‍රව්‍ය තුලින් විදුලිය ඉතා හොඳින් ගලා යයි. එනම් මෙවැනි ද්‍රව්‍ය වල විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය (resistance) ඉතා කුඩාය. වඩාත් නිවැරදිව පවසතොත් ඒවායේ ප්‍රතිරෝධකතාව (resistivity) ඉතා අඩුය, නැතහොත් සන්නායකතාව (conductivity) ඉතා වැඩිය.

උදාහරණඃ- රිදී, තඹ, ඇළුමිනියම්, පිත්තල

කුසන්නායකඃ- කුසන්නායක හෙවත් දුර්වල සන්නායක තුලින් විදුලිය ගලායනමුත් පෙරපරිදි පහසුවෙන් ගලානොයයි. මෙවැනි ද්‍රව්‍ය වල ප්‍රතිරෝධකතාව (resistivity) තරමක් විශාලය. එනම් ඒවායේ සන්නායකතාව (conductivity) ඉතා කුඩාය.

උදාහරණඃ- නික්‍රෝම්, ටංස්ටන්, මැංගනින්, යකඩ, ජලය, තෙත හෝ අමු ලී

1.4.2 **පරිවාරක** Insulators

විදුලිය කොහෙත්ම ගලා නොයන ද්‍රව්‍ය පරිවාරක ලෙස හැඳින්වේ. උදාහරන ලෙස වීදුරු, මයිකා, පෝසිලේන්, රබර්.

1.5 ප්‍රතිරෝධ (Resistance)

දෙනලද සන්නායක දෙකක් එකම වි.ගා.බ (e.m.f.) සහිත ප්‍රභව දෙකකට සම්බන්ධ කළවිට එවා තුලින් ගලන ධාරාව වෙනස් වියහැකිය. එසේ වන්නේ එම සන්නායක දෙකෙහි පවතින යම් ගුණයක් වෙනස්වන නිසාය. මෙම ගුණය සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතිරෝධයේ ඒකකය ඕම් නමින් හැඳින්වේ, මේ සඳහා සංකේතයක් ලෙස ග්‍රීක් අකුරක් වන ඔමෙගා Ω භාවිත කෙරේ. කුඩා ඒකක මිලි ඕම් සහ මයික්‍රො ඕම් වන අතර විශාල ඒකක කිලෝ ඕම් සහ මෙගා ඕම් (මෙගෝම්) වෙයි.

1000 μΩ = 1 mΩ   1000 mΩ = 1 Ω

1000 Ω   = 1 kΩ   1000 kΩ = 1 MΩ

1.5.1 ප්‍රතිරෝධකතාව (Resistivity)

එකම දිග සහ එකම විශ්කම්භය සහිත තඹ කම්බියක් සහ යකඩ කම්බියක් එකම බැටරියකට සම්බන්ධ කලහොත් තඹ කම්බියේ ගලන ධාරාව යකඩ කම්බියට වඩා වැඩිවෙයි. එනම් තඹ කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය යකඩ කම්බියට වඩා අඩුය. කම්බි දෙකම එක සමාන මිනුම් වලින් යුක්ත නිසා, තඹ සහ යකඩ වල පවතින යම්කිසි ගුණයක වෙනස්කමක් මෙහිදී බලපා ඇත. මෙම ගුණය **"ප්‍රතිරෝධකතාව"** ලෙස හැඳින්වේ. (සමහර පොත් වල විශිෂ්ට ප්‍රතිරෝධය (specific resistance) ලෙසද හැඳින්වේ). **ඒකක හරස්කඩක් (ව.මී. 1 හෝ ව.සෙමී. 1) සහිත කම්බියක ඒකක දිගක ප්‍රතිරෝධය ප්‍රතිරෝධකතාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ.** නමුත් මේ අයුරු මැනීම ප්‍රායෝගික ලෙස කළනොහැකිය. නමුත් පහත සඳහන් සූත්‍රය අනුව ගණනය කිරීමෙන් ඕනෑම ලෝහයක ප්‍රතිරෝධකතාව නිර්නය කලහැකිය.

ඒකාකාර හරස්කඩකින් යුක්ත කම්බියක ප්‍රතිරෝධය එහි දිගට සමානුපාතික වේ. තවද, එය එහි හරස්කඩ වර්ගඵලයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාත වේ. උදාහරනයක් ලෙස එකම ලෝහයක එකම හරස්කඩ සහිත කම්බියක යම් ප්‍රතිරෝධයක් පවතී නම් එමෙන් දෙගුනයක් වූ කම්බියක ප්‍රතිරෝධය දෙගුණයක් වේ. තවද, එකම ලෝහයක එකම දිගක් සැලකූවිට, හරස්කඩ වර්ගඵලය දෙගුණයක් වනවිට ප්‍රත්රෝධය හරි අඩක් වේ.

මේ සම්බන්ධ ගණනය කිරීම් සඳහා පහත සඳහන් සූත්‍රය භාවිත කෙරේ.

$$\mathbf{R = \rho L / A}$$

මෙහි R = කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය , L = කම්බියේ දිග , A= කම්බියේ හරස්කඩ වර්ග ඵලය,
ρ = ලෝහයේ ප්‍රතිරෝධකතාව (ρ යනු "රෝ" නමැති ග්‍රීක් අකුරයි)

ප්‍රතිරෝධකතාවේ සම්මත ඒකකය "ඕම්-මීටර්" (Ω-m) වේ. නමුත් "ඕම්-සෙන්ටි මීටර්" (Ω-cm) සහ "මයික්‍රො ඕම්-සෙන්ටි මීටර්" (μΩ-cm) යන ඒකකද භාවිත කෙරේ.

1.5.2 සාපේක්ෂ ප්‍රතිරෝධකතාව (Relative Resistivity)

තඹ යනු ඉතා හොඳ සන්නායකයකි. එබැවින් තඹ වල ප්‍රතිරෝධකතාව ඒකකයක් ලෙස සලකා අනෙකුත් ද්‍රව්‍යයන්ගේ ප්‍රතිරෝධකතාව, තඹ හා සන්සන්දනය කර දැක්වීම වඩා ඵලදායී වේ. මේ අනුව යම් ද්‍රව්‍යයක ප්‍රතිරෝධකතාව තඹ වල ප්‍රතිරෝධකතාවයෙන් බෙදූ විට ලැබෙන අගය ඒ ද්‍රව්‍යයේ සාපේක්ෂ ප්‍රතිරෝධකතාව ලෙස හැඳින්වේ. මෙයට ඒකකයක් නැත.

1.5.2.1 ලෝහ වල ප්‍රතිරෝධකතාව සහ සාපේක්ෂ ප්‍රතිරෝධකතාව

ලෝහය	සාපේක්ෂ ප්‍රතිරෝධකතාව	ප්‍රතිරෝධකතාව (μΩ-cm)
රිදී	0.94	1.59
තඹ	1.0	1.7
රත්‍රන්	1.4	2.4
ඇළුමිනියම්	1.6	2.7

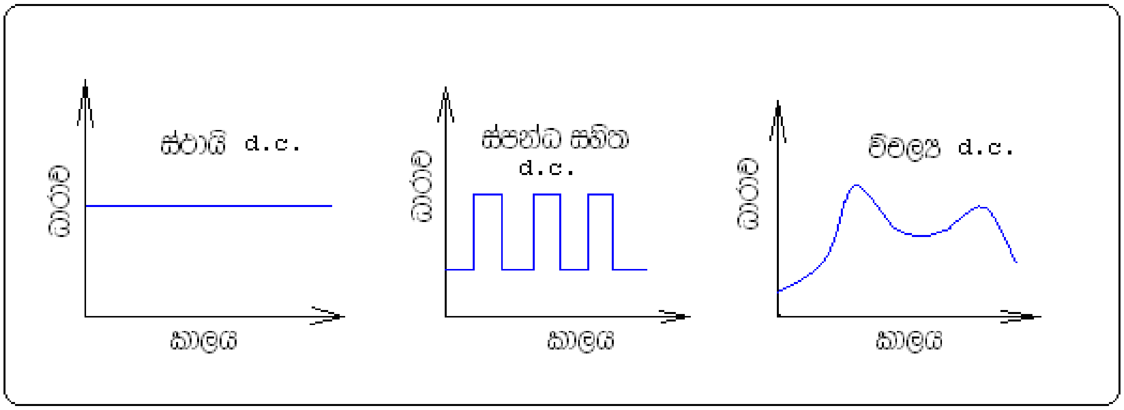
ක්‍රෝමියම්	1.8	3.1
ටංස්ටන්	3.2	5.4
තුත්තනාගම|(Zinc)	3.4	5.8
පිත්තල(Brass)	3.7 - 4.9	6.3 - 8.3
කැඩ්මියම්	4.4	7.5
සුදු යකඩ(Nickel)	5.1	8.7
යකඩ	5.68	9.7
වානේ	7.6 - 12.7	12.9 - 21.6
ඊයම්	12.8	21.8
මැංගනීස්	25.6	43.5
නික්‍රෝම්	58.1	98.8

1.6 සරල ධාරා (D.C.) සහ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා (A.C.)

විද්‍යුත් ධාරා, වෝල්ටීයතා, වි.ගා.බ., ආදිය ප්‍රධාන වශයෙන් දෙවර්ගයකට වෙන්කළ හැකිය. එනම් සරල ධාරා හෙවත් **ඩී.සී. විදුලිය** සහ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා හෙවත් **ඒ.සී විදුලිය** යනුවෙනි.

1.6.1 සරල ධාරා (Direct Current – D.C.)

බැටරියක් පරිපථයකට සම්බන්ධ කළවිට **ධන අග්‍රයේ සිට සෘණ අග්‍රය දක්වා** බාහිර පරිපථය ඔස්සේ අඛණ්ඩ ධාරාවක් ගලා යයි. මේ අයුරු එකම දිශාවකට පමණක් ගලන ධාරා **සරල ධාරා** යනුවෙන් හැඳින්වෙයි. සරල ධාරාවක් ලබාගත හැක්කේ බැටරියකින්, D.C. ඩයිනමෝවකින් හෝ වෙනත් විදුලි සැපයුමකින්ය (Power Supply unit or Power Pack). මෙවැනි සරල ධාරා වල ප්‍රස්ථාරික නිරූපනය පහත දැක්වෙන රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.



1.3 රූපය

1.6.2 ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා Alternating Current (A.C.)

විදුලි ධාරාව ගලන දිශාව නිරතුරුවම මාරුවෙමින් පවතී නම් එය ප්‍රත්‍යවර්තක විදුලියක් ලෙස හැඳින්වේ. ඊට අදාල වි.ගා.බ. ප්‍රත්‍යාවර්තක වි.ගා.බ. ලෙසද, ධාරාව ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවක් ලෙසද, හැඳින්වෙයි. එවායේ සංඛ්‍යාත හර්ට්ස් (Hertz – Hz) කීපයක සිට හර්ට්ස් බිලියන ගනනක් (Gega Hertz – GHz) විය හැක. තත්පරයට එක් වරක් දිශාව මාරුවේ නම් එහි සංඛ්‍යාතය තත්පරයට චක්‍ර (cycles per second – c/s) 1 ක් හෙවත් හර්ට්ස් එකක් ලෙස හැඳින්වේ.

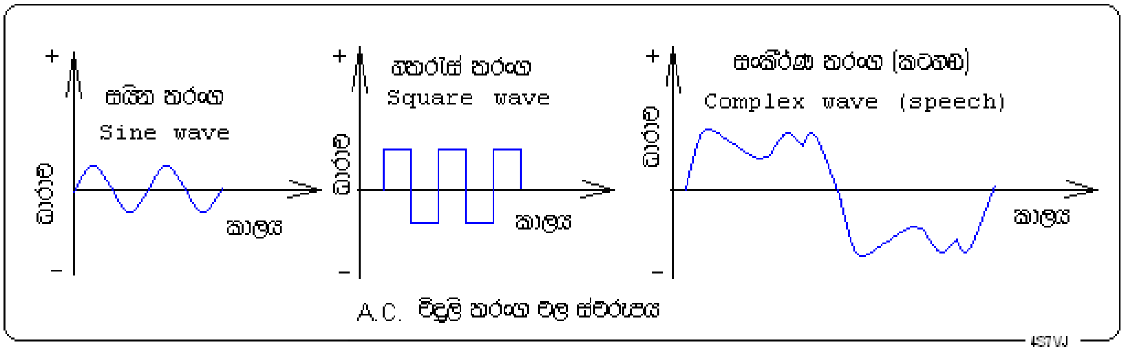
උදාහරන ලෙස අප නිවෙස් වල භාවිත වන ප්‍රධාන විදුලිය 230V, 50Hz වේ. බයිසිකල් ඩයිනමෝවකින් නිපදවන්නේ ඒ.සී. විදුලියකි. මෝටර් රථ ඕල්ටනේටරයකින් ඒ.සී. විදුලිය නිපදවා ඩී.සී.විදුලියට හරවයි. මේවායේ සංඛ්‍යාතය භ්‍රමන වේගය අනුව වෙනස් වෙයි.

පහත සඳහන් වන්නේ ඒ.සී. විදුලිය නිපදවන අවස්ථා කීපයකි.

1. ඕල්ටනේටර (Alternator) (කුඩා සහ විශාල පරිමානයේ විදුලි ජනක)
2. ඉන්වර්ටර් (Invertor) (බැටරියක ඩී.සී. විදුලිය ඒ.සී. විදුලියට පරිවර්තනය කරන උපකරන)
3. යූ.පී.එස්. උපකරන (Uninterrupted Power Supply). මෙහි ඇති බැටරියෙන් ක්‍රියා කරන ඉන්වර්ටරයෙන් 230V, 50Hz A.C. විදුලි සැපයුමක් ලැබේ. ප්‍රධාන විදුලි සැපයුම ඇනහිටිය වහාම ක්‍ෂනිකව ඉන්වර්ටරයේ සැපයුමට සම්බන්ධවී අඛන්ඩ සැපයුමක් ලබාදෙයි. නමුත් එය පරිපූර්ණ අඛන්ඩ සැපයුමක් නොව, මිලි තත්පර කීපයක ප්‍රමාදයක් ඇත.
4. සිග්නල් ජෙනරේටර (Signal Generator), මෙවන් උපකරන මගින් ඉතා අඩු බලැති ඒ.සී.විදුලියක්, එනම් AF හෝ RF තරංගයක් නිපදවේ.
5. සම්ප්‍රේශක (Transmitter) මෙහිදී ප්‍රබල RF තරංගයක් නිපදවේ.

1.6.2.1 ඒ.සී. තරංග නිරූපනය

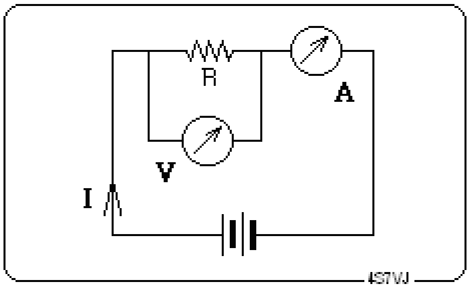
ඕනෑම ආකාරයක ඒ.සී. සැපයුමක් ඔසිලස්කෝප් උපකරනයකට සම්බන්ධ කළවිට එහි තරංගයේ ස්වභාවය හොඳින් දැකබලා ගතහැකිය. එනම් එම ඒ.සී. සැපයුමේ වෝල්ටීයතාවය හෝ ධාරාව කාලය සමග වෙනස්වන ආකාරය ප්‍රස්තාරිකව නිරූපනය කෙරේ. පහත 1.4 රූපයේ දැක්වෙන්නේ එවැනි තරංග කීපයකි. මේ අතරින් ඉතාමත්ම සරල තරංගය වනුයේ සයින තරංගයයි.



1.4 රූපය

1.7 ඕම්ගේ නියමය (Ohm's Law)

යම් ප්‍රතිරෝධයක අග්‍ර අතරට වෝල්ටීයතාවයක් යෙදූවහොත් එය තුලින් ධාරාවක් ගලයි. එම ප්‍රතිරෝධයත්, වෝල්ටීයතාවයත්, ධාරාවත් අතර ඇති සබන්ධතාවය ඕම්ගේ නියමයෙන් පැහැදිලි කෙරේ. පහත රූපසටහනේ (1.5 රූපය) දැක්වෙන පරිදි සරල පරිපථයක් ඇසුරෙන් මෙම නියමයේ සත්‍යතාව පැහැදිලි කළහැක.



1.5 රූපය

මෙහි ප්‍රතිරෝධයේ අගය ඕම් R ලෙසද, එහි අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාවය වෝල්ට් V ලෙසද, ප්‍රතිරෝධය තුලින් ගලන ධාරාව ඇම්පියර I ලෙසද ගතහොත් ඒවා අතර සම්බන්ධතාව පහත දැක්වෙන සමීකරන වලින් දැක්වෙයි.

$$V = I \times R \qquad I = \frac{V}{R} \qquad R = \frac{V}{I}$$

__උදාහරන:__ විදුලි බල්බයක් 12 V බැටරියකට සම්බන්ධ කළවිට ගලන ධාරාව 600mA ක් වේ. බල්බයේ ප්‍රතිරෝධය කොපමණද?

V = 12, I = 600 mA = 0.6 A
ඕම්ගේ නියමය අනුව V = I x R , R = V / I
එබැවින් R = 12 / 0.6
= __**20 Ω**__

1.8 __ප්‍රතිරෝධක (Resistors)__

1.8.1 __ප්‍රතිරෝධක වර්ග__

වෙළඳ පොලින් අපට ලබාගතහැකි ප්‍රතිරෝධක වර්ග කීපයක් පහත සඳහන්වේ.

1. **කාබන් ප්‍රතිරෝධක (Carbon Resister)**
   මේවාද , ඝන කාබන් ප්‍රතිරෝධක සහ කාබන් පටල ප්‍රතිරෝධක (Solid Carbon, Carbon Film) යනුවෙන් දෙවර්ගයක් ඇත. මේවායේ ප්‍රතිරෝධය ඕම් 0.01 සිට මෙගෝම් කිහිපයක් දක්වා අගයන්ගෙන් සමන්විත වන අතර, ක්ෂමතාවය (power) වොට් 0.25, 0.5, 1 සහ 2 යන අගයන්ගෙන් ලබාගත හැක. මින් අදහස් වන්නේ එය රත්වීමෙන් සිදුවන උපරිම තාප හානිය කෙතරම් විය යුතුද යන්න වේ. එනම් එය කෙතරම් ක්ෂමතාවයකට ඔරොත්තු දියහැකිද යන්න වෙයි.

2. **වයර් වවුන්ඩ් ප්‍රතිරෝධක (wire wound resistors)**
   මේවා පරිවාරකයක් මත ඔතන ලද සිහින් ප්‍රතිරෝධ කම්බියකින් යුක්තවේ. එබැවින් විශාල අගයන් ලබාගත නොහැක. ඕම් 0.001 සිට කිලෝ ඕම් 2 ක් පමණ අගයන්ද වොට් 5, 10, 25, 50 යන ප්‍රමාණයන්ට ඔරොත්තු දෙන අයුරුද නිශ්පාදනය කෙරේ.

3. **විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධ (Variable Resistor, potentiometer)**
   මේවායේ සඳහන් කර ඇති අගයට අඩු ඕනෑම අගයක් දක්වා වෙනස් කළහැකිය. වෙළඳපොලෙහි මේවා **වොලියුම් කොන්ට්‍රෝල්** (Volume Controller) සහ **ප්‍රීසෙට්** (Preset) යනුවෙන් හඳුන්වන දෙවර්ගයකින් ලබාගත හැක.

1.8.2 __ප්‍රතිරෝධ කෙරෙහි උෂ්ණත්වයේ බලපෑම__

ඉහත උදාහරනයේ (12V, 8W බල්බයක්) බල්බයට වෝ.12 ක් සැපයූ විට මි.ඇ.600 ක ධාරාවක් ගලන අතර ප්‍රතිරෝධය ඕම් 20 ක් බව පෙනුනි. නමුත් එහි ප්‍රතිරෝධය මල්ටි මීටරයකින් පරීක්ෂාකළවිට ඕම් 20 ට වඩා බොහෝ අඩු බව පෙනේ. දළ වශයෙන් එය ඕම් 1.5 ක් පමණ වේ.
ඊට හේතුව නම්, මල්ටි මීටරයෙන් මනිනවිට සූත්‍රිකාව සිසිල්ව පැවතීමත්, විදුලි සැපයුමට සම්බන්ධ කළවිට අධික උෂ්ණත්වයකට (සෙ.1000° ක් පමණ) රත්වීමත්ය.
සාමාන්‍යයෙන් ඕනෑම ලෝහ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය, උෂ්ණත්වය සමග වැඩිවේ. කාබන් වල එය ප්‍රතිවිරුද්ධ ලෙස පෙන්නුම් කෙරේ.

1.8.3 සංයුක්ත ප්‍රතිරෝධක (Combinations of Resistors)

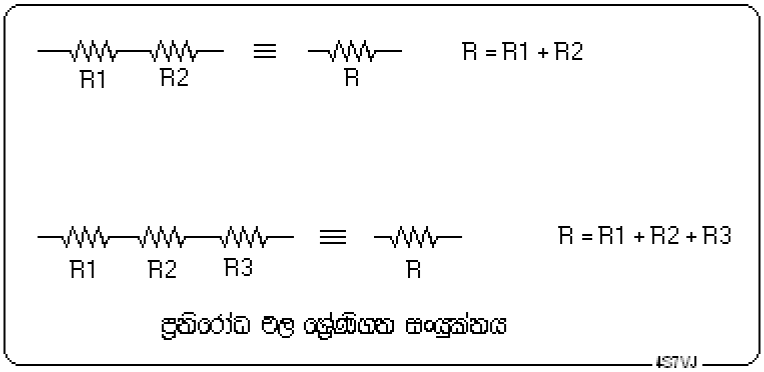
ප්‍රතිරෝධක නිෂ්පාදනය කරනු ලබන්නේ නියමිත සම්මත අගයන් සඳහා පමණි. උදාහරණ ලෙස 1 , 1.5 , 2.2 , 2.7 , 3.3 , 3.9 , 4.7, යනාදී වශයෙන් වූ Ω, kΩ සහ MΩ, අගයන් සඳහාය. වෙනත් අගයක් අවශ්‍ය වනවිට ප්‍රතිරෝධක දෙකක් හෝ කීපයක් විවිධ ආකාරයට සම්බන්ධ කර සංයුක්ත ප්‍රතිරෝධයක් සාදාගත හැකිය.

1.8.3.1 ශ්‍රේණිගත සංයුක්ත (Series Cmbinations)

ප්‍රතිරෝධක ගනනාවක් දම්වැලක පුරුක්මෙන් සම්බන්ධ කළවිට එය ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධයකි. 1.6 රූප සටහනේ දැක්වෙන පරිදි R1, R2, R3,..... ප්‍රතිරෝධ ශ්‍රේණිගත ලෙස සම්බන්ධ කළවිට ලැබෙන සංයුක්තයේ සමක ප්‍රතිරෝධය ඒවායේ ඓක්‍යයට සමාන වේ. එනම් R1+ R2+ R3+..... වේ.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$$

මෙහි R යනු R1, R2, R3,... හි සමක ප්‍රතිරෝධය වේ. සමක ප්‍රතිරෝධය යන්නෙන් අදහස් කරනුයේ, එම සංයුක්තය වෙනුවට භාවිත කළහැකි තනි ප්‍රතිරෝධයක අගයයි.

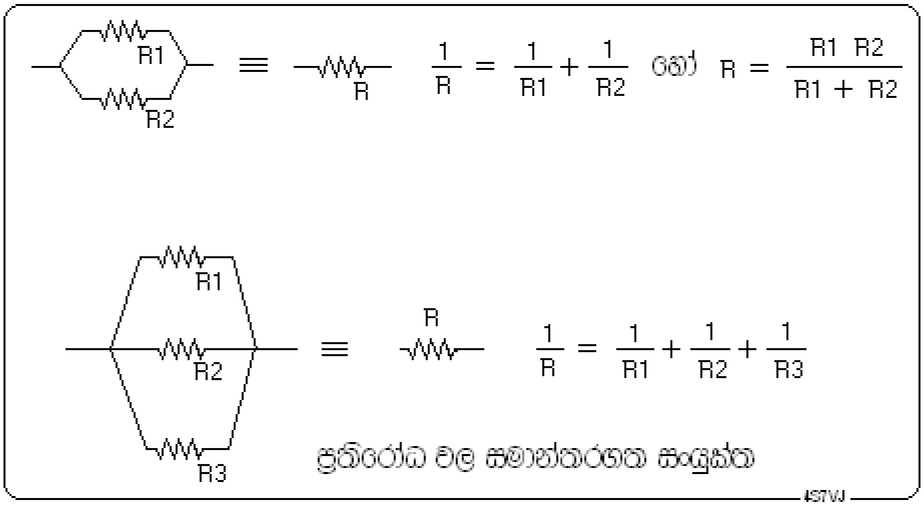


1.6 රූපය

1.8.3.2 සමාන්තරගත සංයුක්තය

සෑම ප්‍රතිරෝධකයකින්ම එක් අග්‍රය බැගින් එකට සම්බන්ධ කර ඉතිරි අග්‍ර සියල්ල එකට සම්බන්ධ කළවිට ලැබෙන සැකැස්ම සමාන්තරගත සංයුක්තයක් ලෙස හැඳින්වේ. මෙම ප්‍රතිරෝධක එක එකෙහි අගයන්, R1, R2, R3, ... ලෙසද, සංයුක්තයේ සමක ප්‍රතිරෝධය R ලෙසද හැඳින්වුවහොත්, ඒවා අතර සම්බන්ධතාව මෙසේ දැක්විය හැක.

$$R = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots\cdots$$



1.7 රූපය

<u>එක සමාන සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ</u>

එකම අගයක් සහිත ප්‍රතිරෝධ ගනනාවක් සමාන්තරගත ලෙස සම්බන්ධ කලහොත්, එවායේ සමක ප්‍රතිරෝධය වනුයේ, එකක අගය ප්‍රතිරෝධ සංඛ්‍යාවෙන් බෙදූවිට ලැබෙන අගයයි.

<u>ප්‍රතිරෝධ දෙකක සමාන්තරගත සම්බන්ධය</u>

R1, R2 යන ප්‍රතිරෝධ දෙක සමාන්තරගත ලෙස සම්බන්ධ කළවිට සමක ප්‍රතිරෝධය වූ R, 1.8.3.2 හි සඳහන් කළ පරිදි, R=1/R1+1/R2 යනුවෙන් දැක්විය හැකි වුවද, එය සුළු කිරීමෙන්

$$R = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

යන ප්‍රතිඵලය ලැබේ.

උදාහරන-1 :- 2kΩ සහ 4kΩ යන ප්‍රතිරෝධ දෙකෙහි සමාන්තරගත සංයුක්තයේ සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.

විසඳුම:-

1 වැනි ක්‍රමය

1/R = 1/2 + 1/4
= 0.5 + 0.25
= 0.75

R = 1/0.75
= **<u>1.33 kΩ</u>**

2 වැනි ක්‍රමය

R = (2 x 4) / (2 + 4)
= 8/6
= **<u>1.33 kΩ</u>**

උදාහරන - 2

2.2kΩ ප්‍රතිරෝධ 200 ක් සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළවිට සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.

විසඳුම :- සමක ප්‍රතිරෝධය = 2.2kΩ/200
= 2200/200
= **<u>11 Ω</u>**

උදාහරන 3

20 Ω, 10 Ω සහ 5 Ω යන ප්‍රතිරෝධ වල සමාන්තරගත සංයුක්තයක සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.

විසඳුම :-

1 වැනි ක්‍රමය

1/R = 1/20 + 1/10 + 1/5
= 0.05 + 0.1 + 0.2
= 0.35

R = 1/0.35
= **2.85 Ohm**

2 වැනි ක්‍රමය

$$1/R = 1/20 + 1/10 + 1/5$$

$$= \frac{1 + 2 + 4}{20}$$

$$= 7/20$$

$$R = 20/7$$

$$= \underline{\mathbf{2.85\ \Omega}}$$

3 වැනි ක්‍රමය

පළමුව 20Ω and 5Ω යන ප්‍රතිරෝධ දෙකෙහි සමාන්තරගත සංයුක්තයේ සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.

එය = (20 x 5) / (20+5)
= 100/25
= 4Ω

දැන් එම නව ප්‍රතිරෝධය වූ 4Ω සහ 10Ω ප්‍රතිරෝධය සහිත සමාන්තරගත සංයුක්තයේ සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන්න.

එය = (4 x 10) / (4+10)
= 40/14
= **2.85Ω**

1.8.4 ප්‍රතිරෝධක වර්ණ කේතය (Resistor Color-code)

ප්‍රතිරෝධක වල අගය සාමාන්‍යයෙන් සඳහන් කරඇත්තේ එය වටා සලකුණු කරනලද වර්ණ තීරු ඇසුරෙනි. සාමාන්‍යයෙන් එක් කෙලවරකින් ආරම්භ කරනලද වර්ණ තීරු තුනක් ඇත. පළමු තීරුවෙන් පළමු අංකයද, දෙවැනි තීරුවෙන් දෙවැනි අංකයද තුන්වැනි තීරුවෙන් අගට යෙදෙන බිංදු ගනන නැතහොත් මුල් අංක දෙකේ සංඛ්‍යාව ගුණකලයුත්තේ දහයේ කීවැනි බලයෙන්ද යන්න සඳහන්වේ. මෙම අගය ඕම් වලිනි. සමහර ප්‍රතිරෝධක වල වර්ණ තීරු හතරක් ඇත. හතරවැනි තීරුවෙන් කියවෙන්නේ නිරවද්‍යතාවයයි (tolerance). 2.8 රූපය බලන්න.

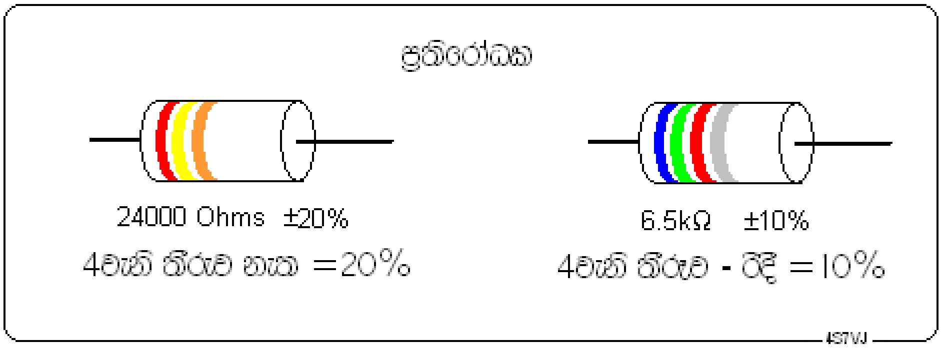
එක් එක් වර්ණයට හිමි අංකය පහත දැක්වෙන අයුරුවේ.

0	කළු	5	කොළ
1	දුඹුරු	6	නිල්
2	රතු	7	දම්

3	තැඹිලි	8	අළු
4	කහ	9	සුදු

ඕම් 1 ට වඩා අඩු ප්‍රතිරෝධක සඳහා තුන්වැනි තීරුව සඳහා රත්රන හෝ රිදී පාට භාවිතවේ.
0.1 ගුණිතය සඳහා රත්රන් පැහැයද,
0.01 ගුණිතය සඳහා රිදී පැහැයද, භාවිත කෙරේ.

හතරවැනි තීරුවෙන් කියවෙන නිරවද්‍යතාවය (tolerance) පහත සඳහන් අයුරු වෙයි.
5% රත්රන් පැහැය
10% රිදී පැහැය
20% වර්ණ තීරු තුනක් පමණක් ඇතිවිට



1.8 රූපය

උදාහරන :-

1. රතු , කහ, තැඹිලි = 24 kΩ -20% හෝ 24 kΩ +20%, එනම් 21600Ω සහ 26400Ω අතර ඕනෑම අගයක් එයට තිබිය හැක.
2. නිල්, කොළ, රතු , රිදී = 6500 Ω -10% හෝ 6500 Ω +10%, එනම් 5850 Ω සහ 7150 Ω අතර ඕනෑම අගයක් එයට තිබිය හැක.
3. දුඹුරු, කළු, කළු = 10 Ω , 20%
4. අළු, දම්, රතු , රත්රන් = 8.7 kΩ, 5%
5. සුදු , කළු, රත්රන් = 9.0 Ω, 20%
6. කහ, දම්, රිදී = 0.47Ω, 20%
7. දුඹුරු , අළු, කොළ = 1800000 Ω හෝ 1.8 MΩ, 20%

1.9 ශක්තිය සහ ක්ෂමතාව Energy and Power

1.9.1 ශක්තිය Energy

ශක්තිය පිලිබද අවබෝධයක් ලබාගැනීම සඳහ පහත සඳහන් උදාහරණ දෙක සලකා බලමු. ඔබ පඩිපෙලක් දිගේ මීටර 10 ක් ඉහලට නගින්නේ යයි සිතමු. ඒ සඳහා යම්කිසි ශක්තියක් වැය කළයුතුයි. ඔබ මීටර 20 ක් ඉහලට නගින්නේ නම් පෙරමෙන් දෙගුණයක ශක්තියක් වැය කළයුතුය.

ඔබ වතුර කේතලයක් නටන තුරු රත්කරන්නේ නම් ඒ සඳහා යම් ප්‍රමාණයක විද්‍යුත් හෝ තාප ශක්තියක් වැය කලයුතුය. කේතලයෙන් බාගයක් පමණක් ගත්තේ නම් වැය කළයුතු ශක්තිය පෙරමෙන් බාගයකි.

ශක්තිය මනින ඒකක නම්, කැලරි (Calory), ජූල් (Joule), වොට්-පැය (Watt-hour, Wh), සහ කිලෝවොට්-පැය (kilo Watt-hour, kWh), නම්වේ.

1.9.2 ක්ෂමතාව Power

ශක්තිය වැයකරන සීඝ්‍රතාව ක්ෂමතාව යනුවෙන් හැඳින්වේ. මේ පිළබඳ වැඩිදුර අවබෝධයක් ලබාගැනීම සඳහා ඉහත 2.10.1 හි පළමු උදාහරනය නැවත සලකා බලමු. මීටර10 ක් ඉහලට නැගීම සඳහා ඔබ තත්.10 ක් ගතකළේ යයි සිතමු. එය ඔබ තත්. 5 කින් නිමකළේ නම් ඔබ ශක්තිය වැයකළ සීඝ්‍රතාවය දෙගුණයක් කර ඇත. එනම් ඔබගේ ක්ෂමතාවය දෙගුණයක් වී ඇත. මෙහි ඒකකය වොට් (Watt) නම් වේ. මිලි වොට්, වොට්, කිලෝ වොට් සහ මෙගා වොට් (mW, W, kW, MW) යන ඒකකද ප්‍රායෝගිකව භාවිත කෙරේ.

1.9.2.1 ප්‍රතිරෝධකයක ක්ෂමතාව Power of a Resistor

ඕනෑම සන්නායකයක් තුලින් විදුලි ධාරාවක් ගලායනවිට එය යම් ප්‍රමාණයකට රත්වේ. එනම් විද්‍යුත් ශක්තිය තාප ශක්තිය බවට පත්වේ. එහි ක්ෂමතාව W ලෙසද, එහි දෙකෙළවර අතර වෝල්ටීයතාවය V ලෙසද, එය තුලින් ගලන ධාරාව I ලෙසද ගතහොත් ඒවා අතර සම්බන්ධතාවය පහත සඳහන් සමීකරනයෙන් දැක්වේ.

$$W = V \times I$$

මෙහි W වොට් වලින්ද, V වෝල්ට් වලින්ද I ඇම්පියර් වලින්ද ගතහොත්,

වොට් = වෝල්ට් x ඇම්පියර්

යනුවෙන්ද සැලකිය හැකිය.

ඉහත කී සන්නායකයේ ප්‍රතිරෝධය R ලෙස ගතහොත් ඕම්ගේ නියමයද සම්බන්ධ කරමින් පහත සඳහන් සමීකරන ලබාගතහැක.

$$W = I^2R \quad \text{සහ} \quad W = V^2/R$$

උදාහරනः- පරිපථයක ඇති 150Ω ප්‍රතිරෝධකයක අග්‍ර හරහා ඇති වෝල්ටීයතාවය 5V වේ. එහි තාප හානිවන ක්ෂමතාවය (power dissipation) සොයන්න.

$$W = V^2/R = (5\times5)/150 = 1/6 = 0.1667 = \mathbf{167\ mW.}$$

උදාහරණः- 100Ω 1/4 W ප්‍රතිරෝධකයක් පරිපථයකට සම්බන්ධ කළහොත් එය තුලින් යාහැකි උපරිම ධාරාව කොපමණද?

$$W = I^2R$$

එබැවින් $I^2 = W/R$, $W = 0.25$, $R = 100\ \Omega$

$$I^2 = 0.25/100 = 1/400$$

$$I = 1/20\ A \quad , (20 \times 20 = 400)$$

= 1000 x (1/20) mA.
= **50 mA.**

මෙහිදී 50mA ට වඩා වැඩි ධාරාවක් ගමන් කළහොත් ඔරොත්තු නොදෙන තරමට රත්වීම හේතුකොටගෙන එය පිලිස්සී යාහැක, නැතහොත් එහි ආයුකාලය අඩුවිය හැකිය.

****

අභ්‍යාස

1.1 වෝ 12 බැටරියක් තාපන දඟරයකට සම්බන්ධ කළවිට ගලන ධාරාව ඇ 3 ක් නම් එම දඟරයේ ප්‍රතිරෝධය සොයන්න. (උත්තරය: 4 Ω)

1.2 විදුලි බවුත් එකක් (soldering iron) ප්‍රධාන විදුලියට සම්බන්ධ කළවිට එය තුලින් 200mA ධාරාවක් ගලායයි. එහි ඇති තාපන දඟරයේ ප්‍රතිරෝධය 1.2 kΩ ක් නම්, සැපයුමේ වෝල්ටීයතාවය කොපමණද? (උත්තරය: 240 V)

1.3 1.6 kΩ සහ 400 Ω යන ප්‍රතිරෝධ දෙක, (a) ශ්‍රේණිගතව (b) සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළවිට සමක ප්‍රතිරෝධ සොයන්න. (උත්තරය: 2 kΩ, 320 Ω)

1.4 ප්‍රතිරෝධය 100 Ω බැගින්වූ ප්‍රතිරෝධක 100 ක් (a) ශ්‍රේණිගතව (b) සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළවිට සමක ප්‍රතිරෝධ සොයන්න. (උත්තරය: 10 kΩ, 1 Ω)

1.5 වෝ 12 කට සම්බන්ධ තාපන දඟරයක් තුලින් 2.5A ධාරාවක් ගලායයි නම් එම දඟරයේ ක්ෂමතාවය සොයන්න. (උත්තරය: 30 W)

1.6 ප්‍රතිරෝධකයක අගය 5kΩ, 1/2W යනුවෙන් සටහන් කර ඇත්නම් එය කොපමණ ධාරාවකට ඔරොත්තු දෙන්නේද ? (උත්තරය: 10mA)

1.7 220V, 2.2kW යනුවෙන් සඳහන් කරඇති විදුලි කේතලයක් 220V ප්‍රධාන විදුලි සැපයුමකට සම්බන්ධ කළවිට එය තුලින් කොපමණ ධාරාවක් ගලායයිද? එය මිනිත්තු 15ක් අඛන්ඩ ලෙස ක්‍රියා කළවිට විදුලි මීටරයේ ඒකක කීයක් සටහන් වේද?

(උත්තරය:- 10A, 0.55)

1.8 පහත සඳහන් වර්ණ තීරු සහිත ප්‍රතිරෝධක වල ප්‍රතිරෝධය සහ නිරවද්‍යතාවය (tolerance) කුමක්ද?

1. දුඹුරු, රතු , තැඹිලි, රිදී
2. කොළ, අළු, කළු
3. රතු , දම්, රත්රන්, රත්රන්
4. දුඹුරු, කොළ, රිදී, රිදී
5. කහ, දම්, කහ, රත්රන්,
6. දුඹුරු, කොළ, කොළ

(උත්තරඃ- 12kΩ 10%, 58Ω 20%, 2.7Ω 5%, 0.15Ω 10%, 470k 5%, 1.5M 20%))

1.9 පහත සඳහන් අගයන් සහිත ප්‍රතිරෝධක වල වර්ණ තීරු මොනවාද?

1. 69Ω, 20% 2. 0.25Ω, 10% 3. 8.7kΩ, 5%
4. 3.3kΩ, 10% 5. 4.7 MΩ, 20% 6. 1Ω, 5%

(උත්තරඃ- 1. නිල්, සුදු, කළු 2. රතු , කොළ, රිදී, රිදී
3. අළු, දම්, රතු , රත්රන් 4. තැඹිලි, තැඹිලි, රතු , රිදී
5. කහ, දම්, කොළ 6. දුඹුරු, කළු, රත්රන්, රත්රන්)

1.10 12V, 120W ලෙස සඳහන්කර ඇති විදුලි බල්බයක් 12V කාර් බැටරියකට සම්බන්ධ කළවිට කොපමණ ධාරාවක් ගලයිද? සාමාන්‍ය විදුලි පන්දම් බැටරි 8ක් ශ්‍රේණිගත ලෙස සම්බන්ධකර සාදාගත් 12V සැකැස්මකට එම බල්බය සම්බන්ධ කළහොත් ගලන ධාරාව පහත සඳහන් අගයන්ගෙන් කුමක් වියහැකිද?

(a) 10A (b) 8A (c) 10A ට වඩා අඩු අගයකි.

(උත්තරඃ- 10A, (c))

****