ආධුනික ගුවන්විදුලි ශිල්පය

3 වැනි පරිච්ඡේදය

3.1 ප්‍රතිබාධනය (Reactance – X)

ධාරිත්‍රකයකට (capacitor) හෝ ප්‍රේරකයකට (inductor) ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවයක් යෙදූවිට ධාරාව, වෝල්ටීයතාවයට සමානුපතික වේ. මෙහිදී ඒවායේ "වර්ග මධ්‍යනය මූල" (r.m.s.) අගය ගතයුතුය. සරල ධාරා සඳහා, යම් විදුලි උපකරණයක අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව සහ එහි ධාරාව අතර අනුපාතය, ප්‍රතිරෝධය ලෙස හැඳින්වේ. එමෙන්ම ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලිය සඳහා ඊට අනුරූප අගය "ප්‍රතිබාධනය"ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි ඒකකය ඕම් වේ.

3.1.1 ධාරිත්‍රකමය ප්‍රතිබාධනය (capacitive reactance – X_C)

ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලිය සහිත පරිපථයක ඇති ධාරිත්‍රකයකට බලපාන ප්‍රතිබාධනය, "ධාරිත්‍රකමය ප්‍රතිබාධනය" ලෙස හැඳින්වේ. එහි අගය, ධාරිතාවට සහ ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලියේ සංඛ්‍යාතයට ප්‍රතිලෝම ලෙස සමානුපාතිකවේ.

$$X_c = 1/(2\pi fC)$$

X_c = ධාරිත්‍රකමය ප්‍රතිබාධනය(ඕම් - Ω)

f = සංඛ්‍යාතය (හර්ට්ස් - Hz)

C = ධාරිතාව (ෆැරඩ් - F)

PI = π = 3.14 (ගණිතමය නියතයකි, 22/7)

ඉහත සූත්‍රයෙහි සංඛ්‍යාතය MHz වලින්ද ධාරිතාව μF වලින්ද ගතහොත් X_c හි අගය ඕම් වලින් ලැබේ.

ප්‍රතිබාධනයේ ඒකකය ඕම් වුවද, ප්‍රතිරෝධවල මෙන් ශක්ති හානියක් සිදුනොවේ. මීට හේතුව, ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලි තරංගයේ එක් කාර්තුවකදී ධාරිත්‍රකයේ තැන්පත්වන විද්‍යුත් ශක්තිය ඊලඟ කාර්තුවේදී පරිපථයට මුදාහැරීමයි.

උදාහරනඃ-

500pF ධාරිත්‍රකයක, 7060kHz සංඛ්‍යාතයේදී පවතින ධාරිත්‍රකමය ප්‍රතිබාධනය කොපමණද?

$f = 7060\text{ kHz} = 7.060 \times 10^{6}\text{ Hz}$

$C = 500\text{ pF} = 500 \times 10^{-12}\text{ F} = 5 \times 10^{-10}\text{ F}$

$X_C = 1/(2 \times 3.14 \times 7.060 \times 10^{6} \times 5 \times 10^{-10})$

= **45.08 Ohm**

3.1.2 ප්‍රේරතාමය ප්‍රතිබාධනය (Inductive Reactance – X_L)

ප්‍රත්‍යාවර්තක විදුලිය සඳහා පරිපූර්ණ ප්‍රේරකයක පවතින ප්‍රතිබාධනය, ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය නමින් හැඳින්වේ. පරිපූර්ණ ප්‍රේරකයක් යනු ප්‍රතිරෝධයක් නොපවතින ප්‍රේරකයකි. නමුත් මෙවැන්නක් ප්‍රායෝගිකව නොපවතින බව සිහි තබාගතයුතුය. ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය, සංඛ්‍යාතයට සහ ප්‍රේරතාවට අනුලෝම ලෙස සමානුපාත බව පහත දැක්වෙන සූත්‍රෙයන් පැහැදිලි වේ.

$$X_L = 2\pi fL$$

X_L = ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය (Ω)

f = සංඛ්‍යාතය (Hz)(හර්ට්ස්)

L = ප්‍රේරතාව (H)(හෙන්රි)

π = 3.14 (ගණිතමය නියතයකි, 22/7)

(ප්‍රේරතාව micro Henry වලින්ද, සංඛ්‍යාතය MHzවලින්ද ගතහොත් X_Lලැබෙනුයේ ඕම් වලිනි)

උදාහරනඃ-

14200kHz සංඛ්‍යාතයක් යටතේ 20 μH ප්‍රේරකයක ප්‍රතිබාධනය කොපමණද?

එහි ප්‍රතිරෝධය නොසැලකිය හැකි නම් එය තුලින් ගලන ධාරාව 10 μA වූවිට, එහි අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව කොපමනද?

f = 14200 kHz = 14.2 MHz
L = 20 μH

ඉහත දැක්වූ සූත්‍රය භාවිත කළවිට

$X_L = 2\pi f L$

= 2 x 3.14 x 14.2 x 20
= **<u>1784 Ohm</u>**

ප්‍රේරකය සඳහා ඕම්ගේ නියමය භාවිත කළ විට

I = 10 μ A = 10^{-5} A
R = 1784 Ohm
V = I x R
= 10^{-5} x 1784 V
= 10^{-5} x 1784 x 1000 mV
= **<u>17.84 mV</u>**

3.1.3 <u>ශ්‍රේණිගත සහ සමාන්තරගත ලෙස සම්බන්ධ කළ ප්‍රතිබාධක</u>

ධාරිත්‍රක සහ ප්‍රේරක මිශ්‍රකර නැතිනම් මෙය ප්‍රතිරෝධ වල සම්බන්ධතාවයට අනුකූල වේ.
එනම් ශ්‍රේණිගත සම්බන්ධය සඳහා

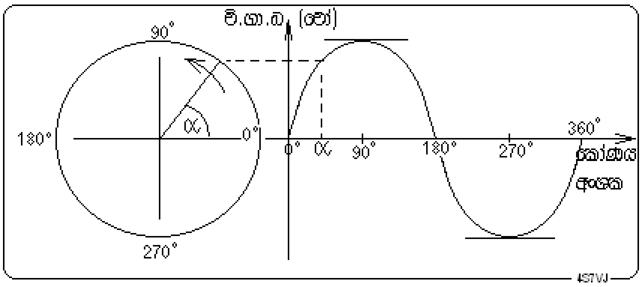
$$X = X_1 + X_2 + X_3$$

සමාන්තරගත සම්බන්ධය සඳහා

$$1/X = 1/X_1 + 1/X_2 + 1/X_3$$

3.2 <u>කලාව (Phase) සහ කලා කෝණය</u>

චුම්බකයක් කම්බි දඟරයක් අසල ඒකාකාර වේගයකින් භ්‍රමනය කළහොත් (බයිසිකල් ඩයිනමෝවක්) ලැබෙන විද්‍යුත්ගාමක බලය, භ්‍රමන කෝණයට එරෙහිව ප්‍රස්ථාරගත කළහොත් 3.1 රූපයේ දැක්වෙන අයුරු සයින තරංගයක් දක්නට ලැබේ. එක් තරංගයකින් අංශක 0^0 සිට 360^0 දක්වා ඇති එක් වටයක් නිරූපනය වේ.



3.1 රූපය

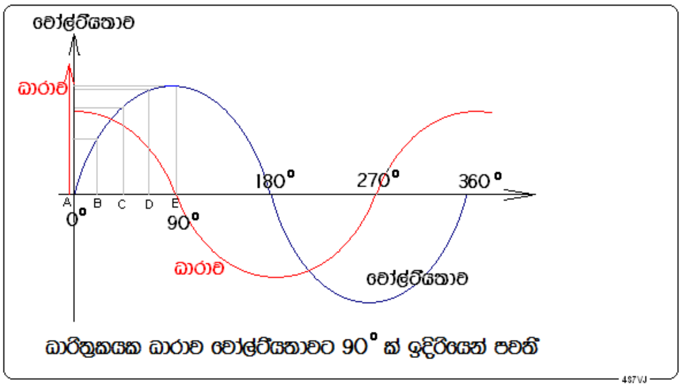
ඕනෑම මොහොතක්, ඊට අනුරූප ස්ථානයේ කලාව ලෙසත්, එම මොහොතට අදාල කෝණය, කලා කෝණය ලෙසත් හැඳින්වේ.

3.2.1 <u>ප්‍රතිරෝධ සඳහා කලා අන්තරය</u>

ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ප්‍රතිරෝධයකට යෙදූවිට එහි ගලන ධාරාව වෝල්ටීයතාව අනුවම වෙනස් වෙයි. එනම් වෝල්ටීයතාව සහ ධාරාව අතර කලා වෙනසක් නොපවතී. පරිපූර්ණ ප්‍රතිරෝධ සඳහා මෙය ඕනෑම සංඛ්‍යාතයකට සත්‍ය වේ. නමුත් ප්‍රායෝගික ලෙස ඕනෑම ප්‍රතිරෝධයක ඉතා සුළු ප්‍රතිබාධනයක් තිබියහැක. එබැවින් ඉතා ඉහල සංඛ්‍යාත වලදී එහි බලපෑමක් ඇතිවෙයි.

3.2.2 ධාරිත්‍රක සඳහා කලා අන්තරය

ධාරිත්‍රකයකට ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවයක් සම්බන්ධ කළවිට එය වෙනස්වන ආකාරය 3.2 රූපයේ දැක්වෙන අයුරු වේ. ධාරිත්‍රකයක් ආරෝපනය වීමේදී පරිපථයේ ධාරාවක් ගලන්නේ වෝල්ටීයතාවය වෙනස් වන්නේ නම් පමණි. තවද එම ධාරාව, වෝල්ටීයතාව වෙනස්වෙන ශීඝ්‍රතාවයට සමානුපාත වේ. ඉහත රූපයේ දැක්වෙන අයුරු A හිදී වෝල්ටීයතාව වෝල්ට් 0 වුවත්, උපරිම ශීඝ්‍රතාවයෙන් වෙනස්වෙන බැවින් එම මොහොතේ ආරෝපිත ධාරාව උපරිම වේ.



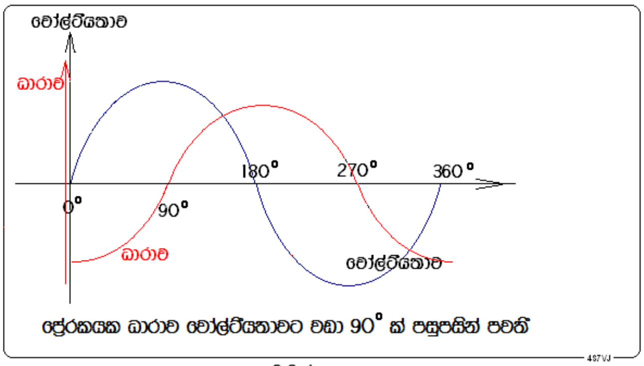
3.2 රූපය

AB පරතරයේ සිදුවන වෝල්ටීයතා වෙනසට වඩා අඩු ප්‍රමාණයකින් BC හිදී වෙනස් වෙයි. CD හිදී ඇතිවන වෙනස ඊටත් වඩා අඩුවන අතර DE හිදී තවත් අඩුවේ. මෙය වෙනත් ආකාරයකට පවසතොත්, කලා කෝණය අංශක 0^0 සිට 90^0 දක්වා වෙනස්වෙන විට, වෝල්ටීයතාව වෙනස්වන ශීඝ්‍රතාවය ක්‍රමයෙන් ශුන්‍ය දක්වා අඩුවෙයි. එබැවින් එම කාලසීමාව තුල ආරෝපිත ධාරාව උපරිම අගයේ සිට ශුන්‍ය දක්වා ක්‍රමයෙන් අඩුවේ. මේ අනුව වෝල්ටීයතාවයේ සහ ධාරාවේ සයින තරංග දෙක සැසඳීමේදී පැහැදිලිව පෙනෙන දෙයක් නම් ඒවා අතර කලා අන්තරය අංශක 90^0 ක් බවය.

මෙහිදී වෝල්ටීයතාව උපරිම අගය ලැබීමට අංශක 90^0 කට පෙර ධාරාව උපරිම අගයට එලැඹී ඇති බැවින්, ධාරාව, වෝල්ටීයතාවට වඩා අංශක 90^0 ක් ඉදිරියෙන් සිටී යයි කියනු ලැබේ.

3.2.3 ප්‍රේරක සඳහා කලා අන්තරය

ප්‍රේරකයකට ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් යෙදූවිට 3.3 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අංශක 0^0 අවස්ථාවේදී වෝල්ටීයතාව ශුන්‍ය වන නමුත් උපරිම ශීඝ්‍රතාවකින් වැඩිවන බැවින් ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවෙහි ප්‍රේරනය වන උපරිම ප්‍රේරිත ධාරාවක් පවතී. ඉන්පසු අංශක 0^0 සිට 90^0 දක්වා, වෝල්ටීයතාව ක්‍රමයෙන් වැඩිවී 90^0 දී, උපරිම අගයට එළැඹෙන අතර වැඩිවන ශීඝ්‍රතාව ක්‍රමයෙන් අඩුවී ශුන්‍ය වේ.

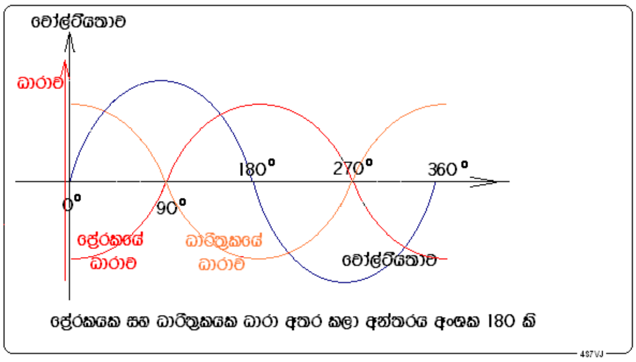


3.3 රූපය

ඒ අනුව ප්‍රේරිත ධාරාවද ක්‍රමයෙන් අඩුවී ශුන්‍ය වේ. එබැවින් යොදනලද වෝල්ටීයතාව සහ ප්‍රේරිත ධාරාව අතර කලා අන්තරය අංශක 90^0 ක් වේ. තරංගයේ ඉතිරි කොටස සම්පූර්ණ කළවිට, වෝල්ටීයතාවේ දිශාවටම පවතින උපරිම ධාරාව ඇතිවන්නේ අංශක 180^0 දීය. මේ අනුව ධාරාව උපරිම වන්නේ වෝල්ටීයතාව උපරිම වී තවත් අංශක 90^0 ක් ගතවූවිටය. එබැවින් ප්‍රේරකයක ධාරාව වෝල්ටීයතාවට අංශක 90^0 ක් පිටුපසින් පවතී යයි කියනු ලැබේ.

3.2.4 ධාරිත්‍රකයක සහ ප්‍රේරකයක පවතින කලා අන්තරය

පරිපූර්ණ ප්‍රේරකයක් (ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය වූ) සහ ධාරිත්‍රකයක් ප්‍රත්‍යාවර්ත සැපයුමක් සමග ශ්‍රේණිගත ලෙස සම්බන්ධ කළවිට ධාරිත්‍රකයේ ධාරාව සැපයුමේ වෝල්ටීයතාවට වඩා 90^0 ක් ඉදිරියෙන් සිටින අතර ප්‍රේරකයේ ධාරාව 90^0 ක් පිටුපසින් සිටී.



3.4 රූපය

එනම් ධාරිත්‍රකයේ සහ ප්‍රේරකයේ ධාරාවන් අතර කලා අන්තරය 180^0 කි. එනම් ඒවා ප්‍රතිවිරුද්ධ කලාවේ (out of phase) පිහිටයි. මෙය 3.4 රූපයෙන් පැහැදිලි වෙයි.

මෙම පරිපථයේ සමක ප්‍රතිබාධනය X ලෙස ගතහොත්, ඒවා අතර සම්බන්ධතාව පහත දැක්වෙන අයුරුය.

$$X = X_L - X_C \quad \text{හෝ} \quad X = X_C - X_L$$

3.3 සම්බාධනය (Impedance – Z)

පරිපථයක ප්‍රතිරෝධයක් සහ ප්‍රතිබාධනයක් (X_C සහ X_L යන දෙකම හෝ ඉන් එකක්) පවතී නම් ඒ සියල්ලේම අවසාන ප්‍රතිඵලය වනුයේ සම්බාධනයයි. එය Z වලින් දක්වන අතර ඒවා අතර සම්බන්ධතාව පහත දැක්වෙන අයුරු වෙයි.

$$Z^2 = R^2 + X^2 \text{ එනම් } \quad Z = \sqrt{(R^2 + X^2)}$$

මෙහි $X = X_L - X_C$ හෝ $X = X_C - X_L$

උදාහරනඃ-
ප්‍රේරකයක ප්‍රතිරෝධය 3 Ω ක් සහ ප්‍රතිබාධනය 4 Ω වෙයි නම් ඒවායේ සම්බාධනය කොපමනද?
$Z^2 = R^2 + X^2$ යන සූත්‍රය භාවිත කරන්න

$R = 3 , X = 4$

එමනිසා $Z^2 = 3^2 + 4^2$

$= 9 + 16$

$= 25$

$Z = \sqrt{25} = 5$ Ohm

3.3.1 සම්බාධන සඳහා ඕම්ගේ නියමය

ප්‍රතිරෝධ සහ ප්‍රතිබාධන සහිත පරිපථවල පවතින ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලිය සඳහා ඕම්ගේ නියමය පහසුවෙන් භාවිත කළ හැකිය. මෙහිදී $V = I Z$ වේ. V යනු Z සම්බාධනය හරහා පවතින ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවය වන අතර I යනු ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරාවයි. පරිපථයේ ඇති ප්‍රතිරෝධ සහ ප්‍රතිබාධන ඇසුරෙන් Z ගණනය කළ හැකිය.

උදාහරණඃ- ප්‍රතිරෝධය 50 Ω ක් සහ ප්‍රතිබාධනය 120 Ω ක් වූ ප්‍රේරකයක් 130V ක ප්‍රත්‍යාවර්තක සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇත. ප්‍රේරකය තුලින් ගලන ධාරාව සහ එහි සිදුවන ශක්ති හානිය සොයන්න.

පහත සඳහන් සූත්‍රය භාවිත කරමු

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

මෙහි, $R = 50\ \Omega$, $X = 120\ \Omega$

එමනිසා $Z^2 = 50^2 + 120^2$

$= 2500 + 14400$

$= 16900$

$Z = \sqrt{16900}$

$= 130\ \Omega$

ධාරාව ගණනය කිරීම සඳහා

$V = I Z$

එමනිසා $I = V/Z$

මෙහි $V = 130$ volts, $Z = 130\ \Omega$

එමනිසා I = 130 /130

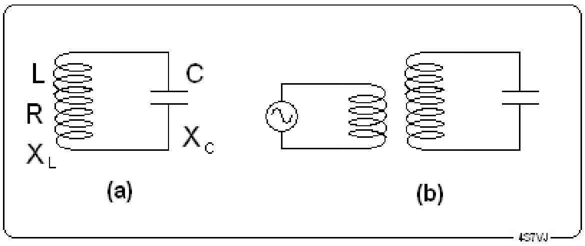
= **<u>1 A</u>**

3.4 අනුනාදය Resonance

කම්පන තරංග සහිත ඕනෑම පද්ධතියක අනුනාදය නමැති සංසිද්ධිය හටගනී. මෙවැනි ඕනෑම පද්ධතියක පහසුවෙන් කම්පනය වියහැකි ස්වභාවික සංඛ්‍යාතයක් පවතී. උදාහරන ලෙස බටනළාවක් පිඹීමේදී එයට සුළං පහරක් එල්ල කළවිට එයතුල ඇති වායුකඳ එහි ස්වභාවික සංඛ්‍යාතයෙන් කම්පනය වෙමින් ඊට අනුරූප ශබ්දයක් නිකුත් කරයි. එනම් අනුනාදය ඇතිවෙයි. වායුකඳෙහි දිග වෙනස් කළෙහොත් ඊට අනුරූපව සංඛ්‍යාතයද වෙනස් වේ.

මෙලෙසම ප්‍රේරකයක් සහ ධාරිත්‍රකයක් සහිත පරිපථයක් යම් ස්වභාවික සංඛ්‍යාතයකින් අනුනාදය වියහැකිය. මෙය සිදුවියහැකි පරිපථ දෙවර්ගයකි. එනම් ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ සහ සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථ වේ.

3.4.1 ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ (Series Resonance Circuit)



3.5 රූපය

3.5-(a) රූපයේ දැක්වෙන්නේ ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයකි. මෙහි ප්‍රේරකයක්, ධාරිත්‍රකයක් සහ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ප්‍රභවයක් ශේණිගත ලෙස සම්බන්ධ කර ඇත. මෙහි ප්‍රභවය පෙනෙන්නට නැතත් (b) රූපයෙහි දැක්වෙන පරිදි, ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ප්‍රභවයකට සම්බන්ධ කළ වෙනත් දඟරයක් ළංව තැබූවිට එමගින් ප්‍රේරනය වන ප්‍ර.වි.ගා.බ. පළමුකී ප්‍රේරකය තුල හටගනී. මෙහි ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතය විශාල පරාසයක්තුල වෙනස්කළහැකි යයි සිතමු. පහළ සංඛ්‍යාත වලදී X_C විශාල අගයක් ගන්නා බව, $X_C = 1/(2\pi fC)$ යන සූත්‍රයෙන් පැහැදිලි වෙයි. මෙවිට X_L සඳහා කුඩා අගයක් ගන්නා බව $X_L=2\pi fL$ යන්නෙන් පැහැදිලි වෙයි. එක්තරා සංඛ්‍යාතයකදී $X_L=X_C$ වනබැවින් එහි සම්පූර්ණ ප්‍රතිබාධනය ශූන්‍ය වෙයි. එනම් ඉහත 3.2.4 ඡේදයෙහි දැක්වෙන පරිදි $X = X_L-X_C = 0$ වෙයි. එබැවින් මේ අවස්ථාවේදී සම්බාධනය, $Z = R$ වෙයි. $Z^2 = R^2 + X^2$ වන බැවිනි. මෙකී සංඛ්‍යාතය එම පද්ධතියේ අනුනාද සංඛ්‍යාතය (Resonance Frequency) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම අවස්ථාවේදී සම්බාධනය අවම වන බැවින් පරිපථයේ ධාරාව උපරිම වේ. මෙවැනි පරිපථයක් සුසර පරිපථයක් (tuned circuit) ලෙසද හැඳින්වේ.

3.4.1.1 අනුනාද සංඛ්‍යාතය

ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක සංඛ්‍යාතය පහත සඳහන් සූත්‍රය මගින් ගණනය කිරීමෙන් සොයාගත හැකිය.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

මෙහි f = අනුනාද සංඛ්‍යාතය (Hz), L= ප්‍රේරතාව (H), C= ධාරිතාව (F)

π = 22/7 = 3.14ගණිතමය නියතයකි.

උදාහරනඃ-

5μH ප්‍රේරකයක් සහ 20pFධාරිත්‍රකයක් ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක් ලෙස පිළියෙල කළවිට එහි අනුනාද සංඛ්‍යාතය කොපමණද?

මේ සඳහා පහත සඳහන් සූත්‍රය භාවිත කරමු.

$$f = 1 / 2\pi\sqrt{(LC)}$$

$$L = 5\ \mu H$$
$$= 5 / 10^{6}\ H$$
$$= 5\times10^{-6}\ H$$
$$C = 20\ pF$$
$$= 20 / 10^{12}$$
$$= 20\times10^{-12}$$

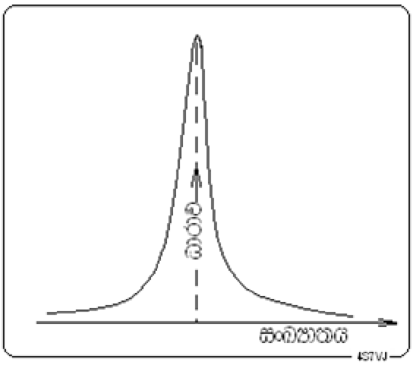
එමනිසා $f = 1 / [2 \times 3.14 \times \sqrt{(5 \times 20 \times 10^{-18})}]$

$$= 0.1592 \times 10^{8}$$
$$= 15.92 \times 10^{6}\ Hz$$

= **15.92 MHz**

3.4.1.2 අනුනාද වක්‍රය (Resonance curve)

ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක ධාරාව සංඛ්‍යාතය සමග වෙනස්වෙන ආකාරය ප්‍රස්ථාරයකින් නිරූපනය කළහොත් එය 3.6 රූපයේ දැක්වෙන අයුරු වෙයි. අනුනාද සංඛ්‍යාතය අසලදී එය තියුනු ස්වභාවයක් ගනී.



3.6 රූපය

3.4.1.3 ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක Q- සාධකය

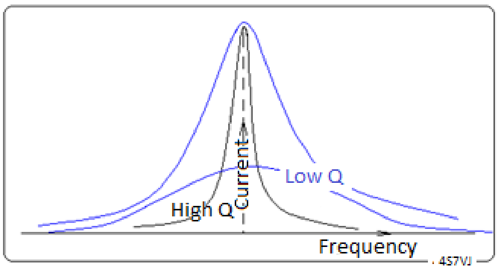
3.6 රූපයේ දැක්වෙන වක්‍රයේ තියුනුබව X/R හි අගය මත රඳාපවතින බවත් එම අගය වැඩිවෙන විට වක්‍රය වඩාත් තියුනු වෙන බවත් පරීක්ෂනාත්මකව පැහැදිලි වෙයි. එබැවින් මෙම අගය Q- සාධකය (Q-Factor, Quality factor) ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

Q = X / R

Q = Q-සාධකය
X= ධාරිත්‍රකයේ හෝ ප්‍රේරකයේ ප්‍රතිබාධනය
R = ප්‍රේරකයේ ප්‍රතිරෝධය

Q-සාධකය, අනුපාතයක් බැවින් ඒ සඳහා ඒකක නොමැත. X සහ R එකම ගනයේ අගයන් ලෙස පවතී නම් Q-සාධකය කුඩා අගයකි. එවිට සංඛ්‍යාතය සමග ධාරාව වෙනස් වෙන්නේ සෙමින්ය. එවිට අනුනාද වක්‍රය

3.7 රූපයේ Low Q ප්‍රස්ථාර වල දැක්වෙන අයුරු වෙයි. මෙවැන්නක් broad band curve ලෙසද හැඳින්වේ. දඟරයේ ප්‍රතිබාධනය විශාල නම් හෝ ප්‍රතිරෝධය ඉතා කුඩා නම්, Q-සාධකය විශාල අගයක් ගනී. මෙවිට අනුනාද වක්‍රය 3.7 රූපයේ High Q ප්‍රස්ථාරයේ දැක්වෙන අයුරු ඉතා තියුනු වෙයි. මෙවැන්නක් narrow band curve ලෙසද හැඳින්වේ. මෙහිදී සංඛ්‍යාතය, අනුනාද සංඛ්‍යාතයෙන් ඉතා සුළු වශයෙන් අඩු හෝ වැඩි වෙනවිට පරිපථයේ ධාරාවේ විශාල අඩුවීමක් පෙන්නුම් කෙරේ.



3.7 රූපය

3.4.1.3.1 Q-සාධකය සඳහා තවත් සූත්‍රයක්

$X = 2\pi fL$(දඟරක් සඳහා) හෝ $X = 1/(2\pi fC)$, (ධාරිත්‍රකයක් සඳහා)

එබැවින් $\mathbf{Q = 2\pi fL/R}$ හෝ $\mathbf{Q = 1/(2\pi fCR)}$

සාමාන්‍යයෙන් $2\pi f$ යන්න ග්‍රීක් අකුරක් වන ඔමෙග (ω) වලින් නිරූපනය කෙරේ.

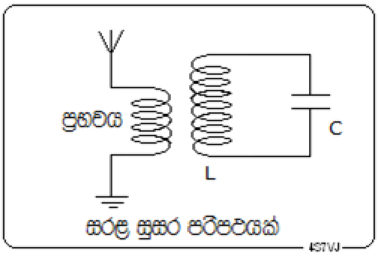
එබැවින් $\omega = 2\pi f$,$\mathbf{Q = \omega L/R}$හෝ $\mathbf{Q = 1/\omega CR}$ යනුවෙන් දැක්විය හැකිය.

3.4.1.4 සෙලෙක්ටිවිටි Selectivity

එක ළඟින් පවතින සංඛ්‍යාත සහිත තරංග ගණනාවක් අතුරින් එක් නියමිත සංඛ්‍යාතයක් පමණක් වෙන්කරගැනීමේ හැකියාව සෙලෙක්ටිවිටි යනුවෙන් හැඳින්වේ. මෙය ගුවන්විදුලි යන්ත්‍ර (Radio Receiver) සඳහා ඉතා වැදගත්ය. සන්නිවේදන ගුවන්විදුලි (Communication Receiver) යන්ත්‍ර සඳහා බොහෝවිට High-Q අනුනාද පරිපථ භාවිත කිරීමෙන් සෙලෙක්ටිවිටි වැඩි කරගනු ලැබේ. තවද, Low-Q අනුනාද පරිපථ යොදා ගැනීමෙන් එවැනි ගුවන්විදුලි යන්ත්‍ර වල පුළුල් තරංග පන්තියක වර්ධනය සිදුකරනු ලැබේ. එවැනි වර්ධක පරිපථ broad band amplifier යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ.

3.4.1.5 අනුනාදයේදී සිදුවන වෝල්ටීයතා නැග්ම – Voltage rise at Resonance

ගුවන් විදුලි යන්ත්‍රයක පළමු L-C පරිපථයට ඇන්ටෙනාවෙන් ලැබෙන ආරෝපිත වෝල්ටීයතාවය, අනුනාද අවස්ථාවේදී විශාල ලෙස වැඩිවීමක් පෙන්නුම් කෙරේ. තවද, එහි L-C පරිපථයේ අඩංගු ධාරිත්‍රකය හරහා හෝ ප්‍රේරකය හරහා පවතින වෝල්ටීයතාවයට, ඇන්ටෙනාවෙන් ලැබුනු වෝල්ටීයතාවය, දක්වන අනුපාතය, එම අනුනාද පරිපථයේ Q-සාධකයට සමාන වෙයි.



3.8 රූපය

එනම් ප්‍රතිබාධනයේ වෝල්ටීයතාව = Q x යොදනු ලැබූ වෝල්ටීයතාවය
මෙහි ප්‍රතිබාධනය යනු ධාරිත්‍රකය (C) හෝ ප්‍රේරකයයි (L).

උදාහරන:-

ශ්‍රේණිගතඅනුනාද පරිපථයක ප්‍රේරක ප්‍රතිබාධනය සහ ධාරිත්‍රකමය ප්‍රතිබාධනය, ඕම් 300 බැගින් වෙයි. ප්‍රේරකයේ ප්‍රතිරෝධය ඕම් 0.2 ක් වේ. එහි Q-සාධකය කොපමණද?

පරිපථයට යොදන ලද වෝල්ටීයතාවය 0.1 μV ක් නම් අනුනාද අවස්ථාවේදී එහි ධාරිත්‍රකය හෝ ප්‍රේරකය හරහා ආරෝපිත වෝල්ටීයතාව කොපමණද?

විසඳුම:- Q-සාධකය = X/R, X= 300, R= 0.2

එමනිසා Q = 300/0.2

= <u>1500</u>

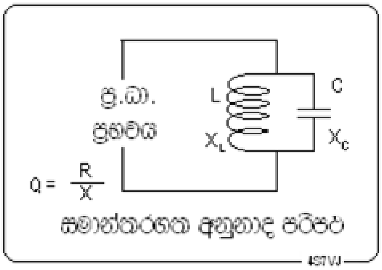
යොදන ලද වෝල්ටීයතාවය = 0.1μV

එබැවින් ධාරිත්‍රකය හෝ ප්‍රේරකය හරහා ආරෝපිත වෝල්ටීයතාව = Q x 0.1

= 1500 x 0.1 = **150 μV**

3.4.2 සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථ Parallel Resonance Circuits

සමාන්තරගත සහ ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ දෙකම බැලුබැල්මට එකසමාන ලෙස පෙනුනද වෙනසකට ඇත්තේ ප්‍ර.ධා. ප්‍රභවය සම්බන්ධ වෙන ආකාරයයි. සමාන්තරගත පරිපථයේ ප්‍රභවය, L සහ C යන දෙකටම සමාන්තරගත ලෙස සම්බන්ධ වේ. 3.9 රූපය බලන්න.



3.9 රූපය

සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථයක අනුනාද සංඛ්‍යාතයේදී සම්බාධනය Z_0 = L/CR යන සූත්‍රයෙන් ලැබෙන බව ගණිතමය විශ්ලේෂණයකින් පෙන්විය හැකිය. මෙහි R ඉතා කුඩා බැවින් Z_0 විශාල අගයක් ගනී. එනම් අනුනාද අවස්ථාවේදී උපරිම සම්බාධනයක් පෙන්නුම් කරයි. එමනිසා ප්‍රභවයෙන් ගලන ධාරාව අවම වෙයි. අනුනාද සංඛ්‍යාතයට වඩා පහළ සංඛ්‍යාත වලදී, X_L අගය අඩු වෙන අතර X_C අගය වැඩි වෙන බැවින් සම්බාධනය අඩුවෙන නිසා ධාරාව වැඩිවේ.

අනුනාද සංඛ්‍යාතයට වඩා ඉහළ සංඛ්‍යාත වලදී, X_L හි අගය වැඩි වෙන අතර X_C අගය අඩු වෙන බැවින්, මෙවිටද සම්බාධනය අඩුවෙන නිසා ධාරාව වැඩිවේ. එබැවින් අවම ධාරාවක් ඇතිවෙන්නේ අනුනාද සංඛ්‍යාතයේදීය.

සමාන්තර අනුනාද පරිපථයක අනුනාද සංඛ්‍යාතය පහත දැක්වෙන සූත්‍රයෙන් දැක්වේ.

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

නමුත් මහත කම්බි භාවිත කරන්නේ නම් ප්‍රතිරෝධය (R) ඉතා කුඩා බැවින් 1/LC සමග සැසදීමේදී R^2/L^2 ඉතා කුඩා අගයක් වන අතර R^2/L^2 යන්න නොසලකාහැරීමට පුළුවන. එවිට එම සූත්‍රය, ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයට අදාල $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ බවට පත්වේ.

3.4.2.1 සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථයක Q-සාධකය

සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථයක Q-සාධකය ශ්‍රේණිගත පරිපථයේ අගයෙහි පරස්පරය වෙයි.

එනම් **Q = R / X**

මෙහි X = 2 π f L (දඟරය සඳහා) නැතහොත් X = 1/(2 π f C), (ධාරිත්‍රකය සඳහා)

එමනිසා, Q = R/2πfL නැතහොත් Q = 2πfCR

සාමාන්‍යයෙන් 2πf යන අගය ග්‍රීක් අකුරක් වන ω වලින් දැක්වෙන බැවින්

ω = 2πf, Q = R/ωL හෝ Q = ωCR යනුවෙන්ද ප්‍රකාශ කළහැකිය.

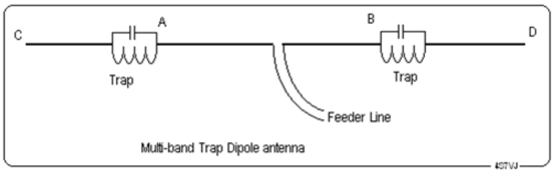
3.4.3 අනුනාද පරිපථ වල භාවිතය

3.4.3.1 ශ්‍රේණිගගත පරිපථ

ගුවන් විදුලි සංග්‍රාහක (receiver) සහ සම්ප්‍රේශක (transmitter) වල නොයෙකුත් සුසර (tuning) පරිපථ සඳහා ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ භාවිත කෙරේ. සංග්‍රාහක වල සෙලෙක්ටිවිටි වැඩිකරගැනීම සඳහා ඉහළ Q-සාධකයක් සහිත (High-Q) ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ භාවිත කෙරේ. පහළ Q-සාධකයක් සහිත (Low-Q)ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථ, RF අදියරේ මුළු තරංග පන්තියකම වර්ධනය සඳහා ඇති වර්ධක පරිපථ වල භාවිත කෙරේ.

3.4.3.2 සමාන්තරගත පරිපථ `

යම් සංඛ්‍යාතයක් හෝ සංඛ්‍යාත පරාසයක් කපාහැරිම සඳහා භාවිතවන rejecter circuit වලට මෙය ප්‍රයෝජනවත් වේ. යම් සංඛ්‍යාතයක් කපාහැරීම සඳහා උච්ච-Q (High-Q) පරිපථයක් භාවිත කරන අතර සංඛ්‍යාත පරාසයක් සඳහා පහත්-Q (Low-Q) පරිපථ යොදා ගැනේ. නොච් පෙරහන (notch filter) නමැති එක සංඛ්‍යාතයක් අවහිර කිරීමේ අනුනාද පරිපථයද මෙම ගනයට අයත්ය.



3.10 රූපය

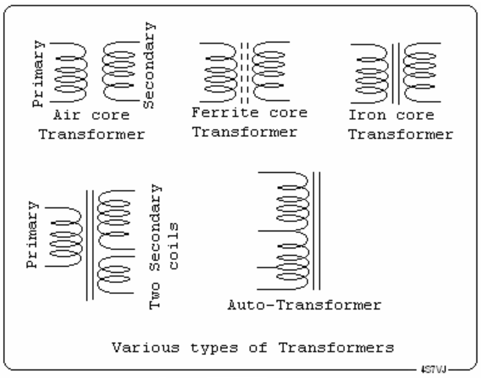
බහු-තරංග පන්ති ඇන්ටෙනා (Multi band antenna) සඳහා සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථ බහුලව භාවිත කෙරේ. 3.10 රූපයේ Trap නමින් හැඳින්වෙන්නේ මෙම පරිපථයයි. නිදසුනක් ලෙස මෙම ඇන්ටෙනාව 15m (21.000 -21.450 MHz) සහ 20m (14.000 – 14.350 MHz) සඳහා නිර්මානයකර ඇතැයි සිතමු.

එවිට මෙහි පෙනෙන trap දෙකම 15m තරංග පන්තිය සඳහා වූ පහත්-Q වර්ගයේ (Low-Q) සමාන්තරගත අනුනාද පරිපථ දෙකකි. අනුනාද අවස්ථාවේදී ඉතා ඉහළ සම්බාධනයක් (High Impendence) පෙන්වන නිසා එම සංඛ්‍යාත පරාසය සඳහා ඇන්ටෙනාවේ AB කොටස පමණක් සක්‍රිය වේ. මෙම දිග තෝරාගෙන ඇත්තේ 15m තරංග පන්තියට සුදුසු වෙන ලෙසටය. වෙනත් සංඛ්‍යාත සඳහා trap දෙකම ඉතා අඩු සම්බාධනයක් (ඕම්

0.1 ක් පමණ) දක්වන බැවින් මුළු දිගම සක්‍රිය වේ. මෙහිදී සම්පූර්ණ දිග තෝරාගෙන ඇත්තේ 20m තරංග පන්තිය සඳහාය. එබැවින් මෙම ඇන්ටෙනාව තරංග පන්ති දෙකටම හොඳින් ක්‍රියා කරයි. මේ අයුරු තරංග පන්ති ඕනෑම ගණනක් සඳහා වූ බහු තරංග පන්ති ඇන්ටෙනාවක් නිර්මාණය කළහැකිය.

3.5 පරිනාමක - Transformer

අන්‍යෝන්‍ය ප්‍රේරතාව සහිත දඟර දෙකක සැකැස්මක්, එනම් එක ළඟින් පිහිටි දඟර දෙකක් පරිනාමකයක් ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රත්‍යාවර්තක විදුලි ප්‍රභවයකට සම්බන්ධ දඟරය ප්‍රාථමික දඟරය ලෙසත් අනෙක ද්විතීයික දඟරය ලෙසත් සැලකේ. ද්විතීයික දඟර එකකට වැඩි ගනණක් තිබිය හැක. පරිනාමක භාවිත කළහැක්කේ ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලිය සමග පමණි. එයට හේතුව සරල ධාරාවකින් ප්‍රේරනය වන චුම්බක ක්ෂෙත්‍රය වෙනස් නොවන නිසා ද්විතීයික දඟරයේ වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරනය නොවීමයි. පරිනාමකයක ප්‍රධාන කාර්යය වනුයේ ප්‍රත්‍යාවර්තක වෝල්ටීයතාවය වෙනස් කිරීමයි. වෝල්ටීයතාවය වැඩිකිරීම සඳහා අධිකර පරිනාමකද, (Step-up transformer) අඩුකිරීම සඳහා අවකර පරිනාමකද (Step-down transformer) භාවිත කෙරේ.



3.11 රූපය

3.5.1 විවිධ වර්ගයේ පරිනාමක

විවිධ වර්ගයේ පරිනාමක වර්ග කීපයක සංකේත 3.11 රූපයේ දක්වා ඇත. මෘදුයකඩ මාධ්‍යය සහිත පරිනාමක අඩු සංඛ්‍යාත (හර්ට්ස් 1000 ට අඩු) සහිත ප්‍රත්‍යාවර්තක විදුලිය සඳහා භාවිත කෙරේ. ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත (audio frequency) සහ උච්ච සංඛ්‍යාත ගුවන්විදුලි තරංග (high frequency RF) සඳහා ෆෙරයිට් මාධ්‍ය පරිනාමකද, උච්ච සංඛ්‍යාතයන්ට ඉහළ ගුවන්විදුලි තරංග සංඛ්‍යාත (VHF, UHF, SHF) සඳහා වාත මාධ්‍ය (Air-core) පරිනාමකද භාවිත කෙරේ.

3.5.1.1 ඔටෝ ට්‍රාන්ස්ෆෝමර් Auto Transformer

කාන්ඩ කීපයකින් යුක්ත තනි දඟරයක් සහිත පරිනාමක auto transformer ලෙස හැඳින්වේ. මෙම වර්ගයේ පරිනාමකවල ඇත්තේ එක දඟරයක් පමණි. 3.11 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එහි ප්‍රධාන අග්‍රදෙක අතරමැද හෝ ඉන් පිටත ස්ථාන කීපයකට සම්බන්ධ සන්නායක අග්‍ර මගින් විවිධ වෝල්ටීයතාවයන් ලබාගතහැකිය. කිනම් හෝ සුදුසු අග්‍ර දෙකක් ප්‍රාථමික දඟරය ලෙස ගැනේ.
ප්‍රධාන විදුලියේ වෝල්ටීයතාව විචලනය වෙන අවස්ථාවන්හි ස්ථායි වෝල්ටීයතාවක් ලබාගැන්ම සඳහා භාවිතවන ස්වයංක්‍රිය වෝල්ටීයතා නියාමක (Automatic Voltage Regulator or Stabilizer) සඳහා බහුල ලෙස භාවිත කෙරේ.

3.5.2 වෝල්ටීයතාව, ධාරාව සහ වට ගණන් අතර සම්බන්ධය

සයිනාකාර තරංගයක් සහිත ඒ.සී සැපයුමකදී වෝල්ටීයතාවය වට ගණනට සමානුපාතවේ.
එනම් $V_S / V_p = N_S / N_P$

මෙහි V_p = ප්‍රාථමික දඟරයට යෙදූ වෝල්ටීයතාව (ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව)
V_S = ද්විතීයික දඟරයේ වෝල්ටීයතාව (ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව)
N_P = ප්‍රාථමික දඟරයේ වට ගණන, N_S = ද්විතීයික දඟරයේ වට ගණන

මෙම සම්බන්ධතාවය $V_p / N_P = V_S / N_S$ යනුවෙන්ද ප්‍රකාශ කළහැකිය. මෙය තවත් අයුරකින් ප්‍රකාශ කළහොත් එක් වටයකට පවතින වෝල්ටීයතාවය ප්‍රාථමික දඟරයටත් ද්විතීයික දඟරයටත් එකම නියත අගයකි. ද්විතීයික දඟර ගණනාවක් ඇත්නම් ඒ සෑම එකකටම එම අගය නියතයක් වෙයි.

පරිනාමකයේ ශක්ති හානියක් නොවේ නම්, ධාරාවන් වට ගණනට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතිකය. එනම්

$I_S / I_P = N_P / N_S$

මෙහි, I_P = ප්‍රාථමික දඟරයේ ධාරාව, I_S = ද්විතීයික දඟරයේ ධාරාව

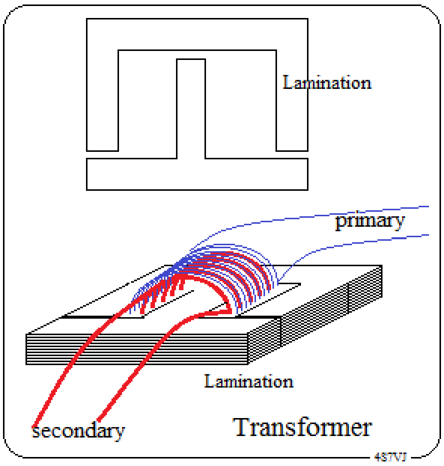
ද්විතියික දඟරයේ ධාරාව සැමවිටකම ඉහත සූත්‍රයෙන් ගණනය කළ අගයට (සෛද්ධාන්තික අගය) වඩා ස්වල්පයක් අඩුය. ඊට හේතුව සුළු වශයෙන් ශක්ති හානියක් සිදුවීමයි.

3.5.3 <u>පරිනාමකයක ක්ෂමතාවය සහ කාර්යක්ෂමතාවය Power and Efficiency</u>

පරිනාමකයේ ප්‍රදාන ක්ෂමතාවය (input power), $V_P I_P$ යන ගුණිතයට සමානය. ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාවය (output power), $V_s I_s$ යන ගුණිතයයට සමාන වන අතර, එය සැමවිටම ප්‍රදාන ක්ෂමතාවයට වඩා ස්වල්ප වශයෙන් කුඩා අගයකි. ඊට හේතුව වනුයේ සුළු වශයෙන් සිදුවන ශක්ති හානියයි. මෙය සිදුවන්නේ කම්බි වල ප්‍රතිරෝධය නිසා සිදුවන රත්වීමත්, කම්බි ඔතා ඇති මෘදු යකඩ මාධ්‍යයේ ප්‍රේරනයවන සුළි ධාරා (eddy current) නිසා රත්වීමත් මාධ්‍යයේ මන්දායනය (hystarisis) නිසා සිදුවන රත්වීමත් හේතුකොටගෙන සිදුවන තාප හානිය නිසාය. ඒවා පසුව විස්තර කෙරේ.

කාර්යක්ෂමතාව = ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව / ප්‍රදාන ක්ෂමතාව

පරිනාමකයක කාර්යක්ෂමතාව සැමවිටම 1 ට අඩු අගයකි. බොහෝවිට මෙය 100 න් ගුණ කර ප්‍රතිශතයක් ලෙස දක්වනු ලැබේ. මෘදු යකඩ මාධ්‍ය සහිත අඩු සංඛ්‍යාත පරිනාමකයක නිර්මාණය 3.12 රූපයේ දක්වා ඇත. මේවායේ ශක්ති හානිය තුන් ආකාරයකට සිදු වේ. ඔතන ලද කම්බි වල ප්‍රතිරෝධය හේතුකොටගෙන තාප හානියක් (I^2R) සිදුවන නමුත් එය නොසැලකිය හැකි තරම් කුඩා ප්‍රමාණයකි. තඹ කම්බි භාවිත කරනවිට මෙය 0.1% වත් අඩු ප්‍රමාණයකි. නමුත් දැන් ආර්ථික ලාභ සඳහා ඇළුමිනියම් කම්බි භාවිත කරමින්ද නිශ්පාදනය කෙරේ. එහිදී තරමක තාප හානියක් සිදු වේ. නමුත් එයද එතරම් සැලකියයුතු නැත. අනෙක් හානි දෙවර්ගය නම් මන්දායන හානිය සහ සුළි ධාරා හානියයි.



3.12 රූපය

උදාහරණඃ-

පරිනාමකයක වට 920 ක් සහිත ප්‍රාථමිකය වෝල්ට් 230 ක සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇත. මෙහි ඇති ද්විතීයික දඟර දෙකේ වෝල්ටීයතා, 1200 සහ 12 ක් බැගින් වෙයි. එක් වටයක වෝල්ටීයතාවයත්, දිවිතීයික දඟර වල වට ගණනත් සොයන්න.

විසඳුමඃ-

වට 920 ක වෝල්ටීයතාව = 230

එබැවින් එක් වටයක වෝල්ටීයතාව = 230/920

= 0.25 V/Turn

පළමුවැනි ක්‍රමයඃ- වෝ. 1200 ද්විතීයික දඟරය සඳහා

$N_S / N_P = V_S / V_P$

$V_P = 230, V_s = 1200, N_P = 920$

$N_s = N_p V_s / V_p$

$= 920 \times 1200 / 230$

= **<u>4800</u>**

වෝල්ට් 12 දඟරය සඳහා

$N_S / N_P = V_S / V_P$

$V_P = 230, V_s = 12, N_P = 920$

$N_s = N_p V_s / V_p$

$= 920 \times 12 / 230$

= **<u>48</u>**

දෙවැනි ක්‍රමයඃ-

එක් වටයක වෝල්ටීයතාව = 0.25

එනම්, වෝල්ට් 1කට අවශ්‍ය වට ගණන = 1/0.25 = 4

එබැවින් වෝ. 1200 ට වට ගණන = 4 x 1200

= **<u>4800 වට</u>**

එලෙසම, වෝ. 12 ට වට ගණන = 4 x 12 = **48 වට**

3.5.3.1 මන්දායන හානිය (Hystarisis loss)

ප්‍රාථමික දඟරයේ ගලන ධාරාව හේතුකොටගෙන මෘදු යකඩ මාධ්‍යය තාවකාලික චුම්බකයක් බවට පත්වේ. එසේ සිදුවන්නේ එහි ඇති අණු (molicules) වලින් සෑහෙන ප්‍රමාණයක් එකම දිශාවකට යොමුවීම නිසාය. මොහොතකින් ධාරාවේ දිශාව මාරුවීම නිසා එම අණු සියල්ලම වාගේ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට හැරේ. මෙම ක්‍රියාවලිය අඛන්ඩව සිදු කෙරේ. අණුවල චලිතයට අවශ්‍ය ශක්තිය තාපය ලෙස විද්‍යමාන වේ. පරිනාමකයේ ප්‍රදාන (input) විද්‍යුත් ශක්තියෙන් කුඩා කොටසක් මේ සඳහා වැය වේ. මෙම තාප හානිය මන්දායන හානිය ලෙස නම් කෙරේ.

මෘදු යකඩ සඳහා මන්දායන හානිය සැලකියයුතු ප්‍රමාණයකින් අඩු බැවින් එම ලෝහය මාධ්‍යය නිර්මානය කිරීම සඳහා භාවිත කෙරේ.

3.5.3.2 සුළි ධාරා හානිය (Eddy current loss)

ප්‍රාථමික දඟරයේ ගලායන ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව හේතුකොටගෙන ඒ අසල නිපදවෙන ප්‍රත්‍යාවර්ත චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට හසුවන සෑම සන්නායකයකම ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ප්‍රේරණය වේ. මේ අනුව මෘදු යකඩ මාධ්‍ය තුලද එවැනි ධාරා ප්‍රේරණය වේ. මේවා මාධ්‍යය තුල වෘත්තාකාරව ගලන බැවින් ඒවා සුළි ධාරා නමින් හැඳින්වේ. මෙම සුළි ධාරා මගින් නිපදවෙන තාපය, ශක්ති හානියකි. මෙම හානිය අවම කිරීම පිණිස මෘදු යකඩ මාධ්‍යය ඝනයක් ලෙස නොව තහඩු ආකාරයෙන් නිර්මාණය කෙරේ. මෙවිට සුළිධාරා හටගන්නේ එක් එක් තහඩුව මත පමණි. මෙය තව දුරටත් සාර්ථක කරගැණීම සඳහා තහඩු අතරට ඉටි හෝ වාර්නිෂ් (insulating varnish) ස්තර ස්ථාපිත කෙරේ.

3.5.4 MAGNETIZING CURRENT

මින් අදහස් කරනුයේ ප්‍රතිදාන භාරයක් (output load) නොමැති විට, එනම් ද්වීතීයික දඟර වලින් කිසිම ධාරාවක් නොගන්නා විට, නැතහොත් ද්විතීයික දඟර විවෘතව ඇතිවිට, ප්‍රාථමික දඟරයේ ගලන ධාරාවයි. සාමාන්‍යයෙන් නියමිත ප්‍රදාන ධාරාව සමග සැසඳීමේදී මෙය ඉතා කුඩා අගයකි.

3.5.5 **පරිනාමකයක සම්බාධනය**

පරිනාමක සඳහා $V_S / V_P = N_S / N_P$ සහ $I_S / I_P = N_P / N_S$ යන සම්බන්ධතා ඉහත 3.5.2 ඡේදයේ සඳහන් කර ඇත.

මෙහි V_p = ප්‍රාථමික දඟරයට යෙදූ වෝල්ටීයතාව (ප්‍රදාන වෝල්ටීයතාව)

V_S = ද්වීතීයික දඟරයේ වෝල්ටීයතාව (ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව)

N_P = ප්‍රාථමික දඟරයේ වට ගණන, N_S = ද්වීතීයීක දඟරයේ වට ගණන

I_P = ප්‍රාථමික දඟරයේ ධාරාව, I_S = ද්වීතීයික දඟරයේ ධාරාව

මේ අවස්ථාවේ ප්‍රාථමික දඟරයේ සම්බාධනය Z_p ලෙසත්, ද්වීතීයිත දඟරයට සම්බන්ධ භාරයේ සම්බාධනය Z_s ලෙසත් ගනිමු.

ඕම්ගේ නියමය අනුව $V_p = I_P Z_p$ සහ $V_S = I_s Z_s$ බැවින් මෙය ඉහත පළමු සමීකරණයට ආදේශ කිරීමෙන්,

$I_s Z_s / I_p Z_p = N_s / N_p$ එනම් $(I_s / I_p) \times (Z_s / Z_p) = N_s / N_p$ ලෙස ලිවිය හැකිය.

නමුත් $I_S / I_P = N_P / N_S$ බැවින්, එය $(N_P / N_S) \times (Z_s / Z_p) = N_s / N_p$ ලෙසද ලිවිය හැකිය.

එනම් $(Z_s / Z_p) = (N_s / N_p) \times (N_s / N_p)$ හෙවත් $Z_s / Z_p = (N_s / N_p)^2$

එබැවින් $\mathbf{Z_s / Z_p = (N_s / N_p)^2}$ හෙවත් $\mathbf{\sqrt{(Z_s / Z_p)} = N_s / N_p}$ යන්න වැදගත් සම්බන්ධතාවයකි.

උදාහරණඃ-

ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයකට වඩාත්ම සුදුසු භාරයේ ප්‍රතිබාධනය ඕම් 100 කි. නමුත් ඕම් 8ක ප්‍රතිබාධනයක් සහිත ස්පීකරයක්, පරිනාමකයක් මගින් ඊට සම්බන්ධ කළයුතුව ඇත. ඒ සඳහා සුදුසු පරිනාමකයේ දඟර වල වට ගණන අතර අනුපාතය සොයන්න.

ඉහත ලබාගත් $\mathbf{\sqrt{(Z_s / Z_p)} = N_s / N_p}$ යන සූත්‍රය මේ සඳහා භාවිත කළ හැකිය.

මෙහිදී , $Z_p = 100$ සහ $Z_s = 8$ වන බැවින්,

$\mathbf{N_s / N_p} = \mathbf{\sqrt{(Z_s / Z_p)}} = \sqrt{(8/100)} = 0.282$ එනම් $N_p / N_s =$ <u>3.55</u>

3.6 ඩෙසිබෙල්

3.6.1 ක්ෂමතාවයන් සැසඳීම (comparisons of power)

යම්කිසි ශ්‍රව්‍ය වර්ධක (audio amplifier) උපකරනයක ක්ෂමතාව මි.වො. 100 සිට වොට් 1 දක්වා, එනම් දස ගුණයකින් වැඩිකළවිට, කණට ඇසෙන අයුරු සන්සන්දනය කිරීමෙන් ශබ්දය දෙගුණයක් වී ඇතැයි කෙනෙකුට හැඟීයාහැකිය. මිනිස් කණ සහ මොලය සම්බන්ධ ශ්‍රව්‍ය පද්ධතිය ලඝුගණක ආකාරයේ ප්‍රතිචාර (logarithmic response) දැක්වීම මීට හේතුවයි. සාපේක්ෂ ලෙස ක්ෂමතා සැසඳීමේ ඩෙසිබෙල් නමැති සංකල්පය අර්ථ දැක්වීමේ පදනම එයයි. ඩෙසිබෙල් එකක් යනු බෙල් එකකින් දහයෙන් පංගුවකි. යම් උපකරණයක ප්‍රදාන (input) ක්ෂමතාව P_1 ලෙසද ප්‍රතිදාන (output) ක්ෂමතාව P_2 ලෙසද ගතහොත්

$$dB = 10\ Log(P_2/P_1)$$

යන සම්බන්ධතාවයෙන් ක්ෂමතා ලාභය (power gain) ඩෙසිබෙල් වලින් ලැබේ. සාමාන්‍ය ව්‍යවහාරයේදී හමුවන ක්ෂමතා වෙනස්වීම් කීපයකට අනුරූප ඩෙසිබෙල් අගයන් මතකතබාගැණීම ප්‍රයෝජනවත් වෙයි. ඩෙසිබෙල් එකක වෙනසකදී කණට දැනෙන්නේ යන්තමින් ශබ්දය වෙනස්වූ ලෙසින්ය. ක්ෂමතාවයේ දෙගුණයක් වීම ඩෙසිබෙල් 3 කට සමානය. හතරගුණයක වැඩිවීම 6dB වලට සමානය. 10 ගුණයක් 10dB වලින්ද, 100 ගුණය 20dB වලින්ද, 1000 ගුණය 30dB වලින්ද, මිලියන ගුණය 60dB වලින්ද, දැක්විය හැකිය.

ක්ෂමතා අලාභයක් (power loss or attenuation) සිදුවීම, එනම් P_2 , P_1 වලට වඩා කුඩා නම් එම අවස්ථාව ඍණ ඩෙසිබෙල් ගණනකින් පෙන්නුම් කෙරේ.

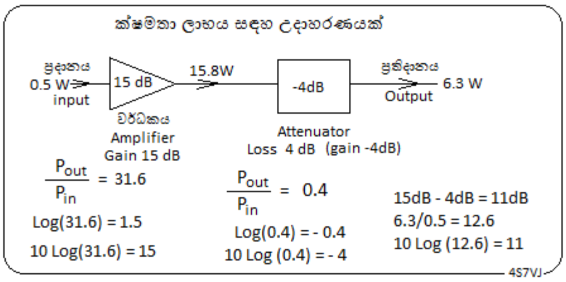
උදාහරන ලෙස, ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව, P_1= 1mW ලෙසද, ප්‍රදාන ක්ෂමතාව, P_2= 0.01mW ලෙසද ගතහොත්,

$$\begin{aligned} dB &= 10\ Log(P_2/P_1) \\ &= 10\ Log\ 0.01 \\ &= 10\ Log\ (10^{-2}) \\ &= 10 \times (-2) \\ &= \underline{\mathbf{-20}} \end{aligned}$$

මෙහිදී සිදුවූ ක්ෂමතා ලාභය -20dB ලෙස හෝ ක්ෂමතා අලාභය 20dB ලෙස ප්‍රකාශ කළහැකිය.

උදාහරණ:- වර්ධකයක ප්‍රදාන ක්ෂමතාව (input power) වොට් 0.5ක් වන අතර ප්‍රතිදානය වොට් 15.8කි. එහි ලාභය කොපමණද?

සංඥා දුර්වල කිරීම සඳහා සවිකරනලද attenuator පරිපථයකින් එම ක්ෂමතාව වොට් 6.3 අඩු කළවිට සිදුවන හානියත්, අවසාන ලාභයත් සොයන්න.



3.13 රූපය

මෙහි මුල් කොටස් දෙකෙහි විසඳුම් 3.13 රූපයෙන් පැහැදිලිව දක්වා ඇත.

අවසාන ලාභය දෙයාකාරයකට සෙවිය හැකිය.

<u>පළමු ක්‍රමය</u>:- වර්ධකයේ ලාභය 15dB වන අතර ඇටනුවේටරයේ හානිය +4dB හෙවත් ලාභය -4dB වේ. එබැවින් පද්ධතියේ සමස්ථ ලාභය = 15dB + (-4dB)

= (15-4)dB

= <u>11dB</u>

<u>දෙවැනි ක්‍රමය</u>:- පද්ධතියේ ප්‍රදාන ක්ෂමතාව = වොට් 0.5

ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව = වොට් 6.3

එබැවින් සමස්ථ ලාභය = 10 Log(6.3/0.5)

= 10 Log 12.6

= 10 x 1.1

= <u>11dB</u>

3.6.2 වෝල්ටීයතා සහ ධාරා අනුපාත සඳහා ඩෙසිබෙල් අගය

ඉහත දැක්වූ පරිදි ක්ෂමතා අනුපාත ඩෙසිබෙල් වලින් දැක්වූවාසේම වෝල්ටීයතා සහ ධාරා අනුපාතයන්ද, ඩෙසිබෙල් වලින් නිරූපනය කළහැකිය. නමුත් එසේ කළහැක්කේ, ප්‍රතිදාන සහ ප්‍රදාන අන්ත දෙකෙහිම සම්බාධනය (impendence) සමාන නම් පමණි. ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව P_1ලෙසද ප්‍රදාන ක්ෂමතාව P_2 ලෙසද ඊට අනුරූප වෝල්ටීයතාවයන් V_1 සහ V_2 ලෙසද ගතහොත්, පොදු සම්බාධනය Z නම්,

$P_1 = V_1^2 / Z$ සහ $P_2 = V_2^2 / Z$ බැවින්, $P_2/P_1 = (V_2/V_1)^2$වේ.

මේ අනුව,

$$dB = 10 \text{ Log } (P_2/P_1)$$
$$= 10 \text{ Log}(V_2/V_1)^2$$
$$= 20 \text{ Log}(V_2/V_1)$$

අනුරූප ධාරාවන් I_1 සහ I_2වේ නම් ඩෙසිබෙල් අගයන් පහත සඳහන් අයුරු වේ.

$$dB = 20 \text{ Log } (V_2/V_1)$$
$$dB = 20 \text{ Log } (I_2 / I_1)$$

3.6.3 ඩෙසිබෙල් සඳහා වූ නිරපෙක්ෂ අගය

සාමාන්‍යයෙන් ඩෙසිබෙල් යනු සාපේක්ෂ අගයකි. එනම් සෑමවිටකම ඉන් නිරූපනය වන්නේ ප්‍රදාන ක්ෂමතාවට සාපේක්ෂව ප්‍රතිදාන අගයයි. සමහර අවස්ථා වලදී ප්‍රදාන ක්ෂමතාවයට යම් සම්මත අගයක් ලබා දී, ඊට අනුරූප, නැතහොත් ඊට සාපේක්ෂ ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව කෙලින්ම ඩෙසිබෙල් වලින් සඳහන් කෙරේ. ඇන්ටෙනා ලාභය සඳහන් කිරීමේදී සාර්වදිශ (isotropic) ඇන්ටෙනාවකට සාපේක්ෂ ලාභය නිරපේක්ෂ අගයක් ලෙස සැලකේ. (6.2.2.6 ඡේදය බලන්න) මෙම අගය dBi ලෙස සඳහන් කරන අතර i අකුර යොදා ඇත්තේ සාර්වදිශ ඇන්ටෙනාවට සාපේක්ෂ අගයක් බව දැක්වීම සඳහාය.

මේ අනුව සරල අර්ධ තරංග ද්විධ්‍රැව ඇන්ටෙනාවක (half wave simple dipole) නිරපේක්ෂ ලාභය, එනම් සාර්වදිශ ඇන්ටෙනාවකට සාපේක්ෂ ලාභය 2.14 dBi වේ.

3.6.3.1 ධ්වනිය සඳහා නිරපේක්ෂ ඩෙසිබෙල් අගය

ධ්වනි තරංගයක ප්‍රබලතාවය වර්ග සෙන්ටිමීටරයට වොට් 10^{-16} , (10^{-16} W/cm^2) යන අගය ගන්නා විට ඩෙසිබෙල් අගය 1dB ලෙස සම්මත කරගෙන ඇත. මේ අනුව සංඛ්‍යාතය හර්ට්ස් 600 ක් (600Hz.) වනවිට මිනිස් කණට වේදනාකාරී අවස්ථාව 130 dB ක් වේ.

3.6.3.2 ක්ෂමතා ලාභය සඳහා නිරපේක්ෂ ඩෙසිබෙල් අගය (dBW සහ dBm)

ගුවන් විදුලි ශිල්පය සහ ඉලෙක්ට්‍රොනික කටයුතු වලදී, සම්මත අගය වොට් 1 ලෙස ගතහොත් ඉන් ලැබෙන ඩෙසිබෙල් අගය dBW යනුවෙන් සඳහන් කෙරේ. සම්මත අගය මිලිවොට් 1 ක් ලෙස ගන්නාවිට ලැබෙන ඩෙසිබෙල් අගය dBm ලෙස සඳහන් කෙරේ. මෙය පැහැදිලි කිරීම සඳහා පහත සඳහන් උදාහරන කීපය සැලකිල්ලට ගන්න.

(1) 1kW සමාන වන්නේ 30dBW නැතහොත් 60dBm සඳහාය. (Log1000 = 3, Log 1000000 = 6)

(2) 500W සමාන වන්නේ 26.9dBW හෝ 57dBm සඳහාය. (Log 500 = 2.698, Log500000 = 5.699)

(3) 100W සමාන වන්නේ 20dBW හෝ 50dBm සඳහාය. (Log 100 = 2, Log 100000 = 5)

(4) 1W සමාන වන්නේ 0dBW හෝ 30dBm සඳහාය. (Log 1 = 0, Log 1000 = 3)

(5) 100mW සමාන වන්නේ -10dBW හෝ 20dBm සඳහාය. (Log 0.1 = -1, Log 100 = 2)

(6) 50µW සමාන වන්නේ -43dBW හෝ -13dBm සඳහාය. (Log 0.00005 = -4.301, Log0.05 = -1.301)

3.6.3.3 වෝල්ටීයතා ලාභය සඳහා නිරපෙක්ෂ ඩෙසිබෙල් අගය (dBV සහ dBµV)

වෝල්ටීයතා ලාභය සඳහා ඩෙසිබෙල් අගය සඳහන් කිරීමේදී සම්මත අගය වෝ 1 ලෙස ගතහොත් ඩෙසිබෙල් අගය dBV ලෙසද, මයික්‍රො වෝල්ට් 1 ලෙස ගතහොත්, ඩෙසිබෙල් අගය dBµV ලෙසද ගනු ලැබේ. පහත සඳහන් උදාහරන සලකා බලන්න.

(1) 5V සමාන වන්නේ 14dBV හෝ 134dBµV සඳහාය. (Log 5 = 0.699, Log 5000000 = 6.699)

(2) 100 mV සමාන වන්නේ -20dBV හෝ 100dBµV සඳහාය. (Log 0.1 = -1, Log 100000 = 5)

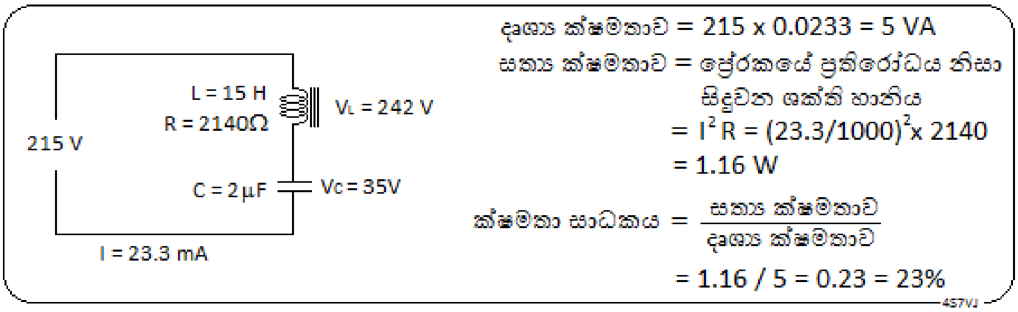
(3) 1µV සමාන වන්නේ -120dBV හෝ 0dBµV. (Log 0.000001 = -6, Log 1 = 0)

3.7 ක්ෂමතා සාධකය (Power Factor)

ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලියෙන් ක්‍රියාත්මකවන බොහෝ උපකරණ වල ප්‍රතිබාධන (Inductors) පවතී. (පරිනාමක, ප්‍රේරන මෝටර, චෝක් කොයිල් යනාදිය) එවැන්නක අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව සහ එය තුලින් ගලායන ධාරාවේ ගුණිතය, එහි සත්‍ය ක්ෂමතාවට ස්වල්පයක් වැඩි අගයක් ගනී. එය දෘශ්‍ය ක්ෂමතාව ලෙස හැඳින්වේ.
සත්‍ය ක්ෂමතාව, දෘශ්‍ය ක්ෂමතාවට දක්වන අනුපාතය ක්ෂමතා සාධකය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

එනම්, **ක්ෂමතා සාධකය = සත්‍ය ක්ෂමතාව / දෘශ්‍ය ක්ෂමතාව**

මෙය පැහැදිලිව අවබෝධ කරගැනීම සඳහා මවිසින් කරනලද පරීක්ෂණයක් ඉදිරිපත් කරමි. කුඩා අවකර පරිනාමකයක (230V : 6V power transformer) ප්‍රාථමික දඟරය, චෝක් කොයිලයක් ලෙස භාවිත කළෙමි. එය 3.14 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි 2µF/300V ධාරිත්‍රකයක් සමග ශ්‍රේණිගතලෙස ප්‍රධාන විදුලියට සම්බන්ධ කළෙමි.



3.14 රූපය

එහිදී පහත සඳහන් නිරීක්ෂණයන් ලබාගන්නා ලදී.
චෝක් කොයිලයේ ප්‍රතිරෝධය, R = ඕම් 2140 (ඩිගිටල් මල්ටිමීටරකින් මනින ලදී)
චෝක් කොයිලයේ ප්‍රේරතාව, L = 15 H (ඩිගිටල් මල්ටිමීටරකින් මනින ලදී)
ප්‍රධාන විදුලියේ වෝල්ටීයතාව, V = වෝ 215 (ඩිගිටල් මල්ටිමීටරකින් මනින ලදී)
පරිපථයේ ධාරාව, I = 23.3 mA = 0.0233 A (ක්ලිප්-ඔන් ඇමීටරයකින් මනින ලදී)
චෝක් කොයිලයේ අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව, V_L = වෝ242 (සැපයුමට වඩා විශාල අගයකි)
ධාරිත්‍රකයේ අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව, V_C = වෝ 35
පරිපථයේ දෘශ්‍ය ක්ෂමතාව = වෝල්ටීයතාව x ධාරාව
= 215 x 0.0233
= 5.01 VA
දෘශ්‍ය ක්ෂමතාව යනු සත්‍ය අගයක් නොවන බැවින් එහි ඒකකය වොට් ලෙස සඳහන් නොකර "VA" ලෙස එනම් "වෝල්ට්-ඇම්පියර්" යනුවෙන් සඳහන් කරනු ලැබේ.
සත්‍ය ක්ෂමතාව යනු ප්‍රේරකයෙහි (චෝක් කොයිලයෙහි) ප්‍රතිරෝධය රත් වීමෙන් සිදුවන ශක්ති හානියයි.
එබැවින් සත්‍ය ක්ෂමතාව = I^2R = 0.0233^2 x 2140 = 1.16 W
පරිපථයෙහි සත්‍ය ක්ෂමතාව, දෘශ්‍ය ක්ෂමතාවට දක්වන අනුපාතය ක්ෂමතා සාධකය ලෙස හැඳින්වේ.
ක්ෂමතා සාධකය = සත්‍ය ක්ෂමතාව /දෘශ්‍ය ක්ෂමතාව
මෙය සැමවිටකම 1 ට අඩු සංඛ්‍යාවකි, බොහෝවිට එය ප්‍රතිශතයක් ලෙස සඳහන් කරයි.
මේ අනුව ඉහත පරිපථයේ ක්ෂමතා සාධකය = 1.16 / 5.01 = 0.23 = 23%

3.7.1 ප්‍රතිරෝධයක සහ ප්‍රේරකයක ක්ෂමතා සාධකය

ශුද්ධ ප්‍රතිරෝධයක් හෙවත් පරිපූර්ණ ප්‍රතිරෝධයක (non inductive resistor) ක්ෂමතා සාධකය 1 හෝ 100% වෙයි. තවද ශුද්ධ ප්‍රතිබාධනයක (pure reactance) ක්ෂමතා සාධකය ශුන්‍ය වේ.

3.7.2 **<u>කොස් ϕ (Cos φ)</u>**

යම් පරිපථයකට ප්‍රත්‍යාවර්ත විදුලියක් සැපයූවිට වෝල්ටීයතාව සහ ධාරාව අතර කලා අන්තරය බොහෝවිට ෆයි (φ) නමැති ග්‍රීක් අකුනේ පිළිබිඹු කෙරේ. එහි කෝසයින අගය, එනම් "කොස්φ" යන්න ක්‍ෂමතා සාධකයට සමාන වෙයි. සමහර විදුලි මෝටරයන්හි ලේබලයෙහි "Cos φ = 0.6" ආදී වශයෙන් ක්‍ෂමතා සාධකයේ අගය සඳහන් කරනු ලැබේ.

3.7.3 **<u>ක්‍ෂමතා සාධකයේ ප්‍රායෝගික වැදගත්කම</u>**

ප්‍රේරක සහිත විදුලි උපකරන, එනම් විදුලි මෝටර, පරිනාමක, චෝක් කොයිල සහිත ප්‍රතිදීප්ත පහන් (fluorescent tube light) ආදිය සමග සුදුසු අගයක් සහිත ධාරිත්‍රකයක් (condenser) සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කිරීමෙන් ක්‍ෂමතා සාධකය අවම කරගත හැකිය. එවිට වාසි දෙකක් ඇතිවෙයි.

(1) උපකරණයේ කාර්යක්‍ෂමතාව වැඩි වෙයි.

(2) භාවිත වන විද්‍යුත් ශක්තිය අඩු වේ, එනම් විදුලි බිල අඩුවේ.

****

<u>අභ්‍යාස</u>

3.1 230V, 50Hz ප්‍රධාන විදුලි සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇති 1.5 μF ධාරිත්‍රකයක ප්‍රතිබාධනය සහ එම පරිපථයේ ගලන ධාරාව සොයන්න. (උත්තරය :- 2.1kΩ , 0.1A)

3.2 හෙන්රි 2 ක ප්‍රේරකයක් 240V, 50 Hz සැපයුමකට සම්බන්ධ කළවිට ඇතිවන ප්‍රතිබාධනය කොපමණද? එහි ප්‍රතිරෝධය නොසැලකියහැකි තරම් කුඩා නම් එහි ගලන ධාරාව කොපමනද? (උත්තරය 628 Ω , 382mA)

3.3 4μH ක ප්‍රේරකයක් සහ 100pF ධාරිත්‍රකයක් මගින්, ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක් සෑදී ඇත. එහි අනුනාද සංඛ්‍යාතය ගණනය කරන්න. (උත්තරය 7.96MHz)

3.4 ශ්‍රේණිගත අනුනාද පරිපථයක, ප්‍රේරකයෙහි සහ ධාරිත්‍රකයෙහි, අනුනාද සංඛ්‍යාතයේදී ප්‍රතිබාධනය ඕම් 200 කි. ප්‍රේරකයේ ප්‍රතිරෝධය ඕම් 0.1 කි. පරිපථයේ Q-සාධකය කොපමණද?මෙම පරිපථයට 10mV වෝල්ටීයතාවයක් යෙදුවහොත්, ප්‍රේරකය සහ ධාරිත්‍රකය හරහා පවතින වෝල්ටීයතාව කොපමණද? (උත්තරය 2000, 20V)

3.5 ප්‍රාථමික දඟරයේ වට 1100 ක් පවතින පරිනාමකයක් වෝ 220 ක සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇත. සෙන්ටර්-ටැප් ද්විතීයික දඟරයේ වෝල්ටීයතාව වෝ 12+12 වෙයි. එක් වටයක වෝල්ටීයතාව කොපමණද? එක් එක් ද්විතීයික දඟරයේ ඇති වට ගනන කොපමණද? (උත්තරය:- 0.2 V/turn, වට 60+60)

3.6 6V, 2A සහිත ද්විතියික දඟරයේ වට 50 ක් පවතින අවකර පරිනාමකයක ප්‍රාථමික දඟරයේ වට ගණනත්, එය 240V ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා සැපයුමකට සම්බන්ධ කළවිට ලබාගන්නා ධාරාවත් සොයන්න. (උත්තරය:- වට 2000, 50mA)

3.7 ක්ෂමතා වර්ධකයක (Power Amplifier) ප්‍රදාන ක්ෂමතාව (input power) 10W සහ ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව (output power) 100Wවෙයි. එහි ක්ෂමතා ලාභය කොපමණද? (උත්තරය:- 10dB)

3.8 පෙර-වර්ධකයක (pre amplifier) ක්ෂමතා ලාභය 50dB වේ. එය 20dB ලාභයක් සහිත ක්ෂමතා වර්ධකයකට සම්බන්ධ කර ඇත. පද්ධතියේ සම්පූර්ණ ක්ෂමතා ලාභය කොපමණද?
ප්‍රදාන ක්ෂමතාව 1μW වේ නම් පෙර-වර්ධකයේ ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව සහ අවසාන ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව කොපමණද? (උත්තරයඃ- 70dB, 100mW, 10W)

****