

Induktiiv- ja mahtuvustakistus vahelduvvooluahelas:

Induktiivtakistus	Mahtuvustakistus
Induktoris tekkiv induktsiooni EMJ toimib alati vastupidiselt muutusele, mis teda põhjustab (Lenzi reegel). <u>Induktor toimib vooluallikana, mis takistab voolu muutmist ahelas.</u> Seetõttu tekib induktorit sisaldavas vahelduvvooluahelas täiendav takistus, mida nimetatakse induktiivtakistuseks .	Laetav kondensaator <u>toimib vooluallikana, mis takistab laadimist ehk pinge suurendamist.</u> Kondensaator püüab tekitada laadimisvoolule vastupidise suunaga voolu. Seetõttu tekib kondensaatorit sisaldavas vahelduvvooluahelas täiendav takistus, mida nimetatakse mahtuvustakistuseks .
Induktorile rakenduv väline pinge on ise see põhjus , mis suurendab voolutugevust induktoris. Pinge on <u>muutuse parameeter</u> . Voolutugevus induktoris aga määrab magnetvälja energia: $E_m = \frac{1}{2} LI^2$. Voolutugevus on süsteemi <u>stabiilsuse parameeter</u> . Voolutugevus on põhjuslikus seoses tagajärje rollis ning seetõttu jääb pingest faasis maha. <u>Maha jääb alati energeetiline suurus.</u>	Kondensaatorit laadiv (välisest pingest põhjustatud) vool on see põhjus , mis laeb kondensaatorit. Voolutugevus on <u>muutuse parameeter</u> . Pinge kondensaatoril aga määrab elektrivälja energia: $E_e = \frac{1}{2} CU^2$. Pinge on süsteemi <u>stabiilsuse parameeter</u> . Pinge on põhjuslikus seoses tagajärje rollis ning seetõttu jääb voolutugevusest faasis maha. <u>Maha jääb alati energeetiline suurus.</u>
Voolutugevus saab kasvada seni, kuni eksisteerib seda voolu soodustava <u>polaarsusega pinge</u> . Voolutugevuse kasv asendub kahanemisega hetkel, mil pinge muudab oma märki. Seega on voolutugevus maksimaalne just siis, kui pinge sinusoid läbib kahanemisel nullväärtust. Pinge maksimumist on siis juba möödunud veerand perioodi. Pinge saavutab amplituudväärtuse ajas veerand perioodi (T/4) ja faasis $\pi/2$ võrra varem.	Pinge kondensaatoril saab kasvada seni, kuni eksisteerib kondensaatorit <u>laadiva polaarsusega vool</u> . Pinge kasv asendub kahanemisega hetkel, mil voolutugevus muudab oma märki. Seega on pinge maksimaalne just siis, kui voolutugevuse sinusoid läbib kahanemisel nullväärtust. Voolutugevuse maksimumist on siis juba möödunud veerand perioodi. Voolutugevus saavutab amplituudväärtuse ajas veerand perioodi (T/4) ja faasis $\pi/2$ võrra varem.
Kui rakendada ideaalsele (tühise aktiivtakistusega) induktorile perioodiliselt muutuv vahelduvpinge $u = U_m \sin \omega t$, siis on ainsaks voolu kasvu pidurdavaks teguriks induktoris tekkiv endainduktsiooni EMJ $\mathcal{E}_e = -L \frac{di}{dt}.$ Seega $U_m \sin \omega t = L \frac{di}{dt}$, millest $di = (U_m/L) \sin \omega t dt = (U_m/\omega L) \sin \omega t d(\omega t)$ ja $i(t) = \int \frac{U_m}{\omega L} \sin \omega t d(\omega t) = \frac{U_m}{\omega L} (-\cos \omega t) = I_m \sin (\omega t - \pi/2)$. Tekkivas Ohmi seaduses esineb takistuse rollis suurus $X_L = \omega L$, mida nimetatakse induktiivtakistuseks .	Kui kondensaatorile rakendada perioodiliselt muutuv vahelduvpinge $u = U_m \sin \omega t$, siis mahtuvuse definitsioonist tulenevalt on kondensaatoril hetkel t laeng $q(t) = Cu(t)$ ja voolutugevus ahelas $i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu)}{dt} = C \frac{d}{dt} U_m \sin \omega t = \omega C U_m \cos \omega t = I_m \sin (\omega t + \pi/2)$ Tekkivas Ohmi seaduses $I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$ esineb takistuse rollis suurus $X_C = 1/\omega C$, mida nimetatakse mahtuvustakistuseks .

Kompleksmeetod RLC jada- või rööpahela arvutamiseks:

RLC jadaahel	RLC rööpahel
Kõiki jadamisi ühendatud skeemielemente läbib üks ja seesama vool . Seega on mõtet uurida pingete faase voolutugevuse $i = I_m \cos \omega t$ suhtes.	Kõigil rööbiti ühendatud skeemielementidel on üks ja seesama pinge . Seega on mõtet uurida voolutugevuste faase pinge $u = U_m \cos \omega t$ suhtes.
<u>Kompleksmeetod</u> : uuritavad ajas muutuvad pinged on kompleksse pinge $\tilde{U} = U_m e^{j\omega t}$ reaalosad $U_m \cos \omega t$. Seejuures j on imaginaarühik. Faas on vastava kompleksarvu argument , amplituud aga kompleksarvu moodul .	<u>Kompleksmeetod</u> : uuritavad ajas muutuvad voolutugevused on kompleksse voolutugevuse $\tilde{I} = I_m e^{j\omega t}$ reaalosad $I_m \cos \omega t$. Siin j - imaginaarühik. Faas on kompleksarvu argument , amplituud aga kompleksarvu moodul .
Kui $\tilde{I} = I_m e^{j\omega t}$, siis pinge aktiivtakistusel R : $\tilde{U}_R = U_R e^{j\omega t} = I_m R e^{j\omega t}$; pinge induktiivtakistusel $X_L = \omega L$: $\tilde{U}_L = U_L e^{j(\omega t + \pi/2)} = I_m \omega L e^{j(\omega t + \pi/2)} = U_L e^{j(\pi/2)} e^{j\omega t}$; pinge mahtuvustakistusel $X_C = 1/\omega C$: $\tilde{U}_C = U_C e^{j(\omega t - \pi/2)} = \frac{I_m}{\omega C} e^{j(\omega t - \pi/2)} = U_C e^{j(-\pi/2)} e^{j\omega t}$.	Kui $\tilde{U} = U_m e^{j\omega t}$, siis vool läbi aktiivtakistuse R : $\tilde{I}_R = I_R e^{j\omega t} = \frac{U_m}{R} e^{j\omega t}$; voolutugevus läbi induktiivtakistuse $X_L = \omega L$: $\tilde{I}_L = I_L e^{j(\omega t - \pi/2)} = \frac{U_m}{\omega L} e^{j(\omega t - \pi/2)} = I_L e^{j(-\pi/2)} e^{j\omega t}$; voolutugevus läbi mahtuvustakistuse $X_C = 1/\omega C$: $\tilde{I}_C = I_C e^{j(\omega t + \pi/2)} = \omega C U_m e^{j(\omega t + \pi/2)} = I_C e^{j(\pi/2)} e^{j\omega t}$.
Välisallikast rakenduva kogupinge amplituud U_m , mille väärtusest tulenevalt tekivad skeemielementidel osapinged amplituudidega U_R , U_L ja U_C , on leitav pingete moodulite (U_R , U_L ja U_C) faasi arvestaval liitmisel. See taandub pingvektorite (pikkustega U_R , U_L ja U_C) vektoriaalsele liitmisele. Protseduur on teostatav Pythagorase teoreemi abil: $U_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$, kusjuures miinusmärk U_L ja U_C vahel väljendab nende pingete paiknemist vastasfaasis (vektorite vastassuunalisust).	Summaarse voolutugevuse amplituud I_m , on leitav ahela harusid läbivate osavoolude moodulite I_R , I_L ja I_C faasi arvestaval liitmisel. See taandub vooluvektorite (pikkustega I_R , I_L ja I_C) vektoriaalsele liitmisele. Protseduur on teostatav Pythagorase teoreemi abil: $I_m = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$, kusjuures miinusmärk I_C ja I_L vahel väljendab nende voolude paiknemist vastasfaasis (vektorite vastassuunalisust). NB! Kui jadaahelas $U_L - U_C$, siis rööpahelas $I_C - I_L$!
Ohmi seaduse põhjal avaldub uuritava vahelduvvooluahela reaalne kogutakistus ehk impedants (<i>impedance</i>) kujul: $Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{\sqrt{I_m^2 R^2 + I_m^2 (X_L - X_C)^2}}{I_m} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$	Ohmi seaduse põhjal avaldub uuritava vahelduvvooluahela reaalne kogujuhtivus (impedantsi pöördväärtus) ehk admittants (<i>admittance</i>) kujul: $Y = \frac{1}{Z} = \frac{I_m}{U_m} = \frac{\sqrt{U_m^2 (1/R)^2 + U_m^2 [(1/X_C) - (1/X_L)]^2}}{U_m} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2}$
Kompleksne impedants, mille mooduliks on ülaltoodud reaalne impedants, avaldub kujul: $\tilde{Z} = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$. $\text{Re } \tilde{Z} = R$, $\text{Im } \tilde{Z} = \omega L - \frac{1}{\omega C}$.	Kompleksne admittants, mille mooduliks on ülaltoodud reaalne admittants, avaldub kujul: $\tilde{Y} = \frac{1}{R} + j(\omega C - \frac{1}{\omega L})$. $\text{Re } \tilde{Y} = G = \frac{1}{R}$, $\text{Im } \tilde{Y} = \omega C - \frac{1}{\omega L}$.
Kogupinge faas koguvoolu suhtes $\varphi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R} = \arccos \frac{R}{Z}$. Seejuures mõistagi $u(t) = U_m \cos (\omega t + \varphi)$.	Koguvoolu faas kogupinge suhtes $\varphi = \arctan R \cdot (\omega C - \frac{1}{\omega L}) = \arccos \frac{1}{RY}$. Seejuures mõistagi $i(t) = I_m \cos (\omega t + \varphi)$.