

Međinduktivno vezane zavojnice

- Iz prethodnog je poznato da ako kroz zavojnicu protječe promjenjiva struja da se na krajevima zavojnice inducira napon koji nazivamo napon samoindukcije.
- Ukoliko je zavojnica međundiktivno vezana s drugom zavojnicom na krajevima zavojnice će se inducirati napon međundukcije.

$$u_{L1}(t) = L_1 \cdot \frac{di_{L1}(t)}{dt} \quad u_{M12}(t) = M_{12} \cdot \frac{di_{L2}(t)}{dt}$$

- Pri tome treba posebno paziti na smjer struje i referentnog napona na zavojnicama!

Međinduktivitet u izmjeničnom strujnom krugu

- Prethodno navedene izraze prilagođavamo za računanje u kompleksnoj domeni.
- Impedancije pojedinih zavojnica računamo kao:

$$X_{L1} = \omega \cdot L_1; X_{L2} = \omega \cdot L_2$$

- Induktiviteti zavojnica i međinduktivitet su povezani izrazom:

$$M = k\sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

- Ako prethodni izraz pomnožimo s kružnom frekvencijom dobijemo izraz za impedanciju međunduktivne veze:

$$\omega \cdot M = k\sqrt{\omega \cdot L_1 \cdot \omega \cdot L_2}$$

Međinduktivitet u izmjeničnom strujnom krugu

$$X_M = \omega \cdot M$$

$$X_M = k\sqrt{X_{L1} \cdot X_{L2}}$$

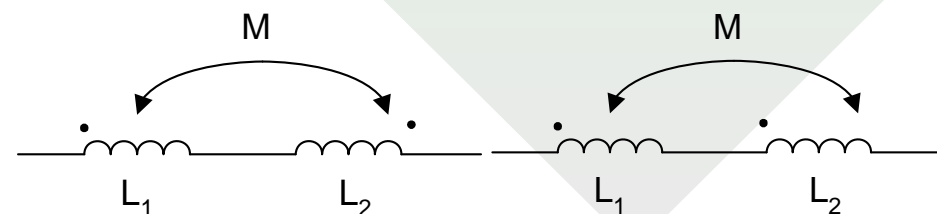
- Karakter međunduktivne impedancije je isti kao i induktivne impedancije pa u kompleksnoj domeni imamo:

$$\dot{X}_M = jX_M = j\omega \cdot M$$

- Pri spajanju međunduktivno vezanih zavojnica razlikujemo dva tipa:
 - serijski spoj zavojnica,
 - zavojnice smještene u različitim granama u istom strujnom krugu.

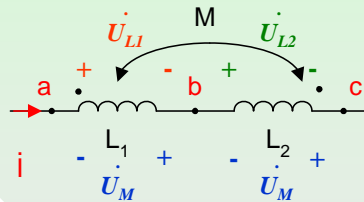
Serijski spoj zavojnica

- Razlikujemo dva načina spoja zavojnica u seriju i to tako da se tokovi odmažu, odnosno potpomažu.
- Ova dva načina su izmjeničnim krugovima označena s različitim smještajem referentnih stezaljki na zavojnicama.
- Za takav način spajanja govorimo o nesuglasnoj, odnosno suglasnoj vezi.



Serijski spoj zavojnica

- Za nesuglasnu vezu imamo:



- Na svakoj od zavojnica, zbog prolaska promjenjive struje, inducira se napon samoindukcije prikazanog polariteta.
- Dodatno, na svakoj od zavojnica se inducira i napon međui indukcije prikazanih polariteta.

Serijski spoj zavojnica

- Pojedini naponi iznose:

$$\dot{U}_{L1} = \dot{I} \cdot jX_{L1}$$

$$\dot{U}_{L2} = \dot{I} \cdot jX_{L2}$$

$$\dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_M$$

- Napon na prvoj zavojnici:

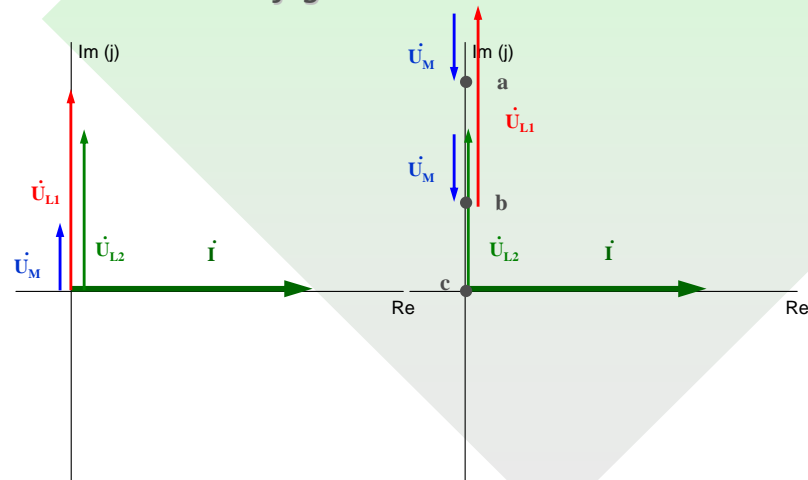
$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{L1} - \dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_{L1} - \dot{I} \cdot jX_M$$

- Napon na drugoj zavojnici:

$$\dot{U}_{bc} = \dot{U}_{L2} - \dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_{L2} - \dot{I} \cdot jX_M$$

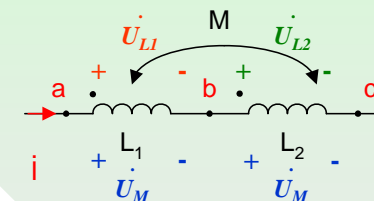
Serijski spoj zavojnica

- U vektorskom dijagramu:



Serijski spoj zavojnica

- Za suglasnu vezu imamo:



- Na svakoj od zavojnica, zbog prolaska promjenjive struje, inducira se napon samoindukcije prikazanog polariteta.
- Dodatno, na svakoj od zavojnica se inducira i napon međui indukcije prikazanih polariteta.

Serijski spoj zavojnica

- Pojedini naponi iznose:

$$\dot{U}_{L1} = \dot{I} \cdot jX_{L1}$$

$$\dot{U}_{L2} = \dot{I} \cdot jX_{L2}$$

$$\dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_M$$

- Napon na prvoj zavojnici:

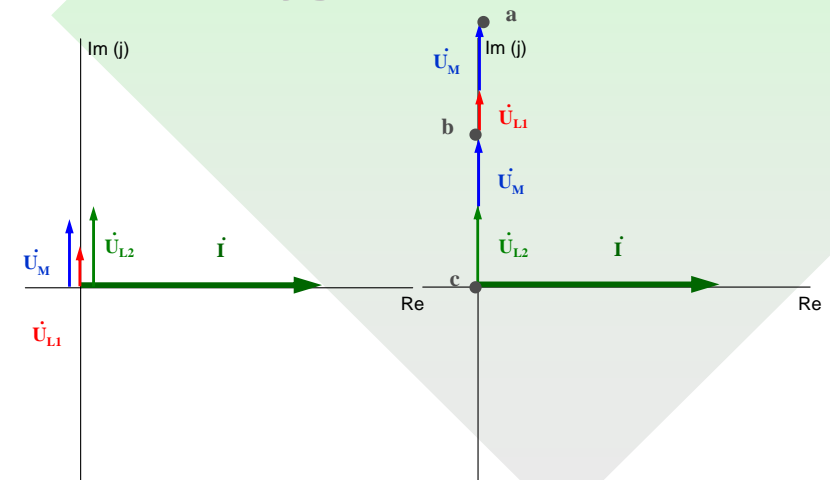
$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{L1} + \dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_{L1} + \dot{I} \cdot jX_M$$

- Napon na drugoj zavojnici:

$$\dot{U}_{bc} = \dot{U}_{L2} + \dot{U}_M = \dot{I} \cdot jX_{L2} + \dot{I} \cdot jX_M$$

Serijski spoj zavojnica

- U vektorskom dijagramu:



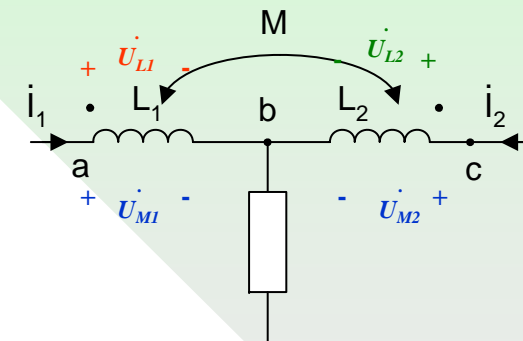
Serijski spoj zavojnica

- Serijski spoj dviju zavojnica možemo nadomjestiti pomoću jedne ekvivalentne zavojnice.
- Impedanciju te zavojnice može izračunati kao:

$$\dot{X}_{Leqv} = jX_{L1} + jX_{L2} \pm j \cdot 2 \cdot X_M$$

- Predznak ovisi o načinu spajanje zavojnica.
- + vrijedi za suglasno vezane zavojnice, - za nesuglasno vezane zavojnice.

Zavojnice spojene u različitim granama



Zavojnice spojene u različitim granama

- Pojedini naponi iznose:

$$\dot{U}_{L1} = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1}$$

$$\dot{U}_{L2} = \dot{I}_2 \cdot jX_{L2}$$

$$\dot{U}_{M1} = \dot{I}_2 \cdot jX_M; \dot{U}_{M2} = \dot{I}_1 \cdot jX_M$$

- Napon na prvoj zavojnici:

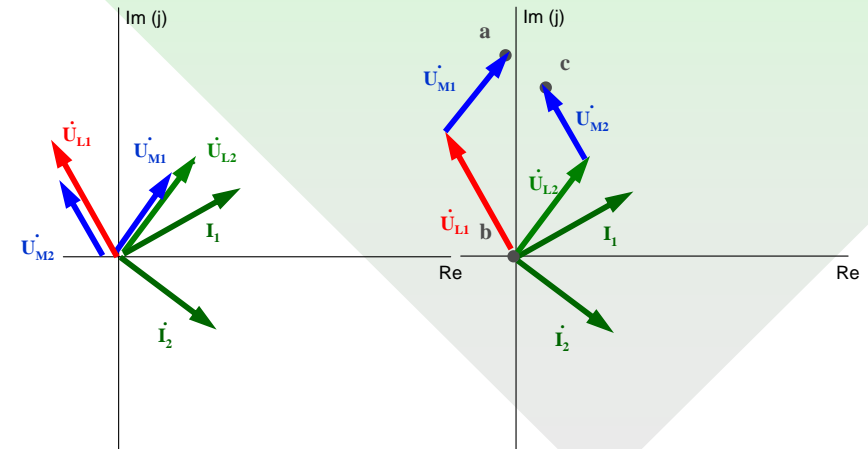
$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{L1} + \dot{U}_{M1} = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1} + \dot{I}_2 \cdot jX_M$$

- Napon na drugoj zavojnici:

$$\dot{U}_{bc} = -\dot{U}_{L2} - \dot{U}_M = -\dot{I}_2 \cdot jX_{L2} - \dot{I}_1 \cdot jX_M$$

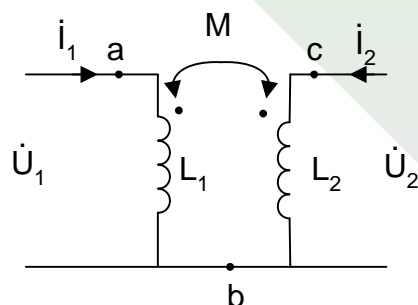
Zavojnice spojene u različitim granama

- U vektorskom dijagramu:



Zavojnice spojene u različitim granama

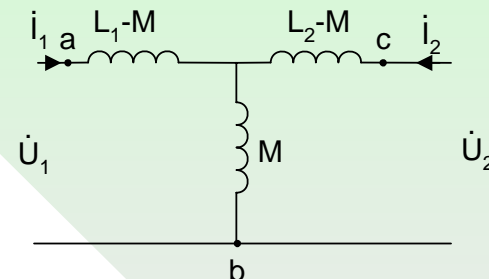
- Za ovaj slučaj također definiramo nadomjesnu shemu.
- Pri tome razlikujemo dva slučaja:
 - spoj istoimenih priključnica u zajednički čvor,
 - spoj raznoimenih priključnica u zajednički čvor.
- Istoimene stezaljke:



$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{ab} = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1} + \dot{I}_2 \cdot jX_M$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_{cb} = \dot{I}_2 \cdot jX_{L2} + \dot{I}_1 \cdot jX_M$$

Zavojnice spojene u različitim granama



- Naponi na zavojnicama:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{ab} = \dot{I}_1 \cdot j(X_{L1} - X_M) + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) \cdot jX_M$$

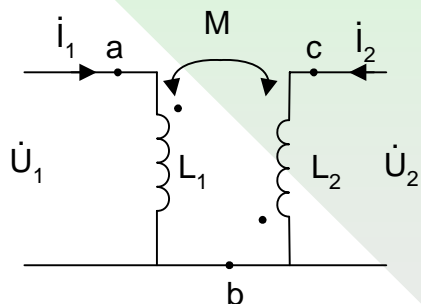
$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1} + \dot{I}_2 \cdot jX_M$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_{cb} = \dot{I}_2 \cdot j(X_{L2} - X_M) + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) \cdot jX_M$$

$$\dot{U}_2 = \dot{I}_2 \cdot jX_{L2} + \dot{I}_1 \cdot jX_M$$

Zavojnice spojene u različitim granama

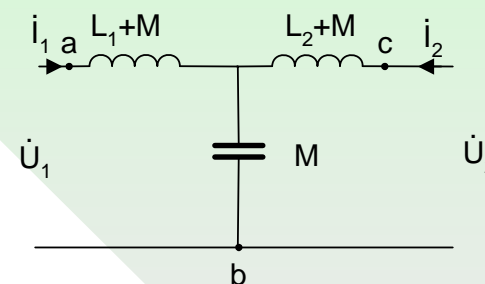
- Razniomene stezaljke:



$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{ab} = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1} - \dot{I}_2 \cdot jX_M$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_{cb} = \dot{I}_2 \cdot jX_{L2} - \dot{I}_1 \cdot jX_M$$

Zavojnice spojene u različitim granama



- Naponi na zavojnicama:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{ab} = \dot{I}_1 \cdot j(X_{L1} + X_M) + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) \cdot (-jX_M)$$

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_1 \cdot jX_{L1} - \dot{I}_2 \cdot jX_M$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_{cb} = \dot{I}_2 \cdot j(X_{L2} + X_M) + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2) \cdot (-jX_M)$$

$$\dot{U}_2 = \dot{I}_2 \cdot jX_{L2} - \dot{I}_1 \cdot jX_M$$