1 Kembelovo kolo

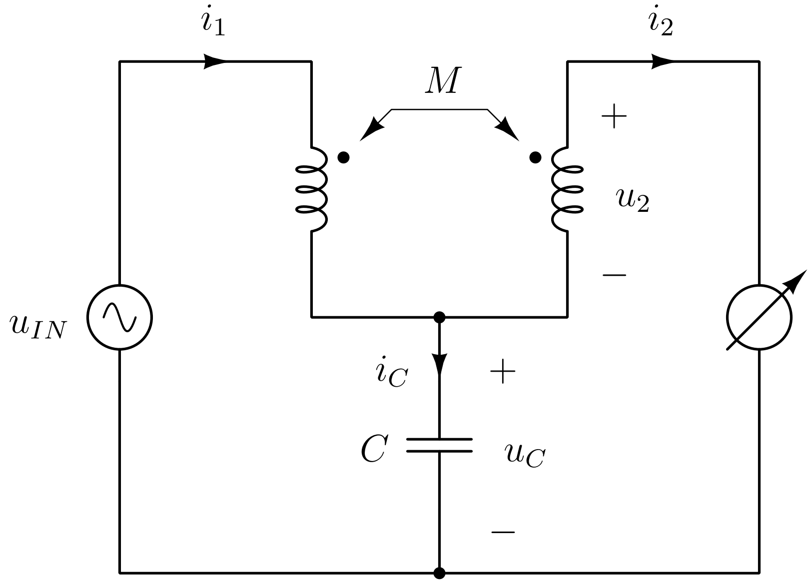
Kembelovo kolo je prikazano na slici 1 i sastoji se iz para spregnutih kalemova sa međusobnom induktivnošću M i kondenzatora kapacitivnosti C. Kolo je pobuđeno naponskim izvorom u_{IN}, a na izlazu ima indikator ravnoteže koji pokazuje nulu kada su mu i struja (strujni uslov ravnoteže) i napon (naponski uslov ravnoteže) jednaki nuli. Pretpostavićemo da je naponski izvor u_{IN} prostoperiodičan, oblika

$$u_{IN} = U_m \cos(\omega_0 t) \tag{1}$$

što se u kompleksnom obliku može izraziti preko fazora

$$\underline{U_{IN}} = U_m + j\,0 = U_m. \tag{2}$$

Kružna frekvencija pobudnog napona je ω_0, dok mu je frekvencija $f_0 = \frac{\omega_0}{2\,\pi}$.



Slika 1: Kembelovo kolo

U analizi kola poći ćemo od pretpostavke da je kolo u ravnoteži, pa je $i_2 = 0$. Prema Kirhofovom zakonu za struje, tada je $i_1 = i_C$, odnosno $\underline{I_1} = \underline{I_C}$. Uvođenje ove pretpostavke na samom početku analize bitno pojednostavljuje rešavanje kola, jer nas zanima rešenje samo u slučaju ravnoteže, a ne rešenje u opštem slučaju, koje je znatno komplikovanije.

Napon na kondenzatoru je

$$\underline{U_C} = \frac{\underline{I_C}}{j\,\omega_0\,C} = \frac{\underline{I_1}}{j\,\omega_0\,C}. \tag{3}$$

Sa druge strane, napon na sekundaru, u_2, je određen fazorom

$$\underline{U_2} = j\,\omega_0\,M\,\underline{I_1} \tag{4}$$

jer je $\underline{I_2} = 0$, prema strujnom uslovu ravnoteže.

Kako je iz naponskog uslova ravnoteže u Kembelovom kolu $u_C + u_2 = 0$, što se u fazorskom obliku može izraziti kao

$$\underline{U_C} + \underline{U_2} = 0 \tag{5}$$

zamenom izraza za napone preko struja i karakteristika elemenata (3) i (4) gornja jednačina se svodi na

$$\frac{\underline{I_1}}{j\,\omega_0\,C} + j\,\omega_0\,M\,\underline{I_1} = 0 \tag{6}$$

odnosno, posle skraćivanja sa $\underline{I_1}$ na

$$\frac{1}{j\,\omega_0\,C} + j\,\omega_0\,M = 0. \tag{7}$$

Posle elementarnih algebarskih operacija, ovo se dalje se svodi na

$$\omega_0^2\,M\,C = 1. \tag{8}$$

Jednačina (8) daje vezu između ω_0, M i C, pa se Kembelovo kolo može koristiti za merenje frekvencije,

$$f_0 = \frac{1}{2\,\pi\,\sqrt{M\,C}} \tag{9}$$

međusobne induktivnosti

$$M = \frac{1}{\omega_0^2\,C} \tag{10}$$

ili kapacitivnosti

$$C = \frac{1}{\omega_0^2\,M}. \tag{11}$$

U sva tri navedena slučaja, merenje nepoznate veličine je posredno, veličina se određuje računanjem prema odgovarajućoj formuli. Ovo valja imati na umu kada se određuje merna nesigurnost (ispit).