A Girátor.

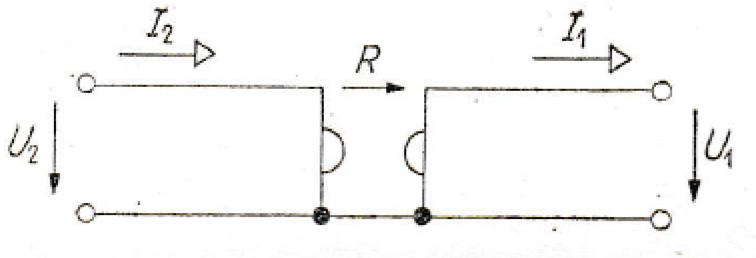
Girátor átviteli összefüggései a következők:

$$U_1 = I_1 R \qquad (11.14)$$

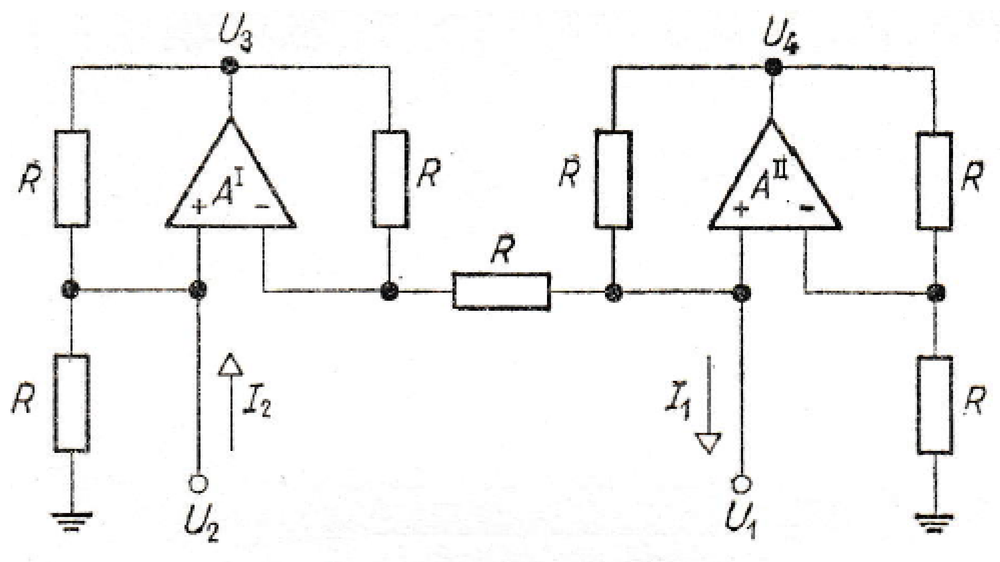
$$I_2 = U_1/R \qquad (11.15)$$

A fenti átviteli függvényeket kielégítő áramkör megvalósításához kettő műveleti erősítő szükséges. Különféle kapcsolási lehetőségek léteznek, amellyel Girátor állítható elő és amelyekből most kettőt ismertetünk. Ezek az áramkörök jó stabilitásukkal tűnnek ki.

Az első lehetőséget az alábbi ábra szemlélteti.



11.28 ábra. A Girátor áramköri jelölése



11.29 ábra. A Girátor megvalósítása

Az áramkör kettő NIC kombinációján alapul. Az átviteli egyenleteket a csomóponti törvény alapján számítjuk az n, ill. p bemenetekre, ekkor a következő egyenleteket kapjuk:
A p1 pontra:

$$\frac{U_3 - U_2}{R} - \frac{U_2}{R} + I_2 = 0,$$

az n1 pontra:

$$\frac{U_3-U_2}{R}+\frac{U_1-U_2}{R}=0.$$

a p2 pontra:

$$\frac{U_4-U_1}{R}+\frac{U_2-U_1}{R}-I_1=0,$$

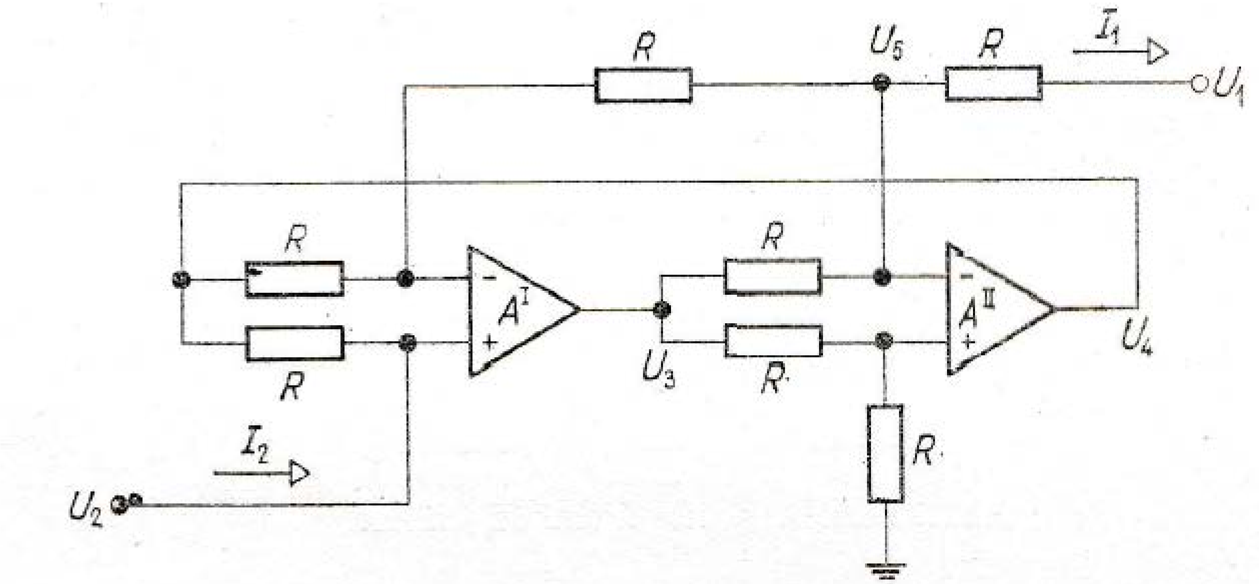
az n2 pontra:

$$\frac{U_4-U_1}{R}-\frac{U_1}{R}=0.$$

az U_3-U_4 kiejtésével az

$$U_2=I_1R \qquad I_2=\frac{U_1}{R}$$

átviteli összefüggéseket kapjuk, amelyek megegyeznek a (11.14) és (11.15) összefüggésekkel.



1130 ábra. A Girátor másfajta megvalósítása

Másik megvalósítási lehetőséget mutat be a fenti ábra az átviteli összefüggéseket ismét könnyen megkaphatjuk a csomóponti törvény segítségével:

A p1 pontra:

$$\frac{U_4-U_2}{R}+I_2=0.$$

Az n1 pontra:

$$\frac{U_4-U_2}{R}+\frac{U_5-U_2}{R}=0.$$

A p2 pontra:

$$\frac{U_3-U_5}{R}-\frac{U_5}{R}=0.$$

Az n2 pontra:

$$\frac{U_2-U_5}{R}+\frac{U_3-U_5}{R}-I_1=0.$$

Emellett érvényes az

$$U_1=U_5-I_1R$$

összefüggés is. U3 , U4 és U5 kiejtésével újra a kívánt (11.14) és (11.15) összefüggéseket kapjuk.

Vizsgáljuk meg a Girátor néhány alkalmazási lehetőségét. Ehhez zárjuk le a jobb kapocspárját R_1 ellenállással. Mivel I_1 és U_1 nyilaknak iránya azonos, az Ohm törvény értelmében:

$$I_1=\frac{U_1}{R_t}.$$

Helyettesítsük be ezt az átviteli összefüggésekbe, akkor a

$$U_2=I_1R=\frac{RU_1}{R_t}.$$

ill. a

$$I_2 = \frac{U_1}{R}$$

összefüggéseket kapjuk. Ebből kiszámíthatjuk, hogy I_2 mekkora, ha a baloldali bemenetre U_2 feszültséget adunk:

$$I_2 = \frac{R_t U_2}{R^2}.$$

Ha a jobboldali kapocspárt R_t ohmos ellenállással zárjuk le, akkor a baloldal is ellenállásként viselkedik, amelynek értéke:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{R^2}{R_t}. \qquad (11.16)$$

ha a baloldali kapocspárt zárjuk le R_t ohmos ellenállással, akkor az 1.1. ábra szerint

$$I_2 = -\frac{U_2}{R_t}.$$

Az átviteli összefüggések felhasználásával

$$I_1 = \frac{U_2}{R},$$

ill.

$$U_1 = I_2 R = -\frac{RU_2}{R_t}.$$

első esethez viszonyítva U_1 előjele ugyan különbözik U_2-étől, az ellenállás transzformálása szempontjából azonban nincs különbség, ugyanis itt az összefüggés érvényes, amely a (11.16)-al összhangban van.
Az ellenállástranszformálás komplex ellenállásokra is érvényes, és a (11.16) egyenlet szerint: ·

$$\mathbf{Z}_2 = \frac{R^2}{\mathbf{Z}_t}. \qquad (11.17)$$

.

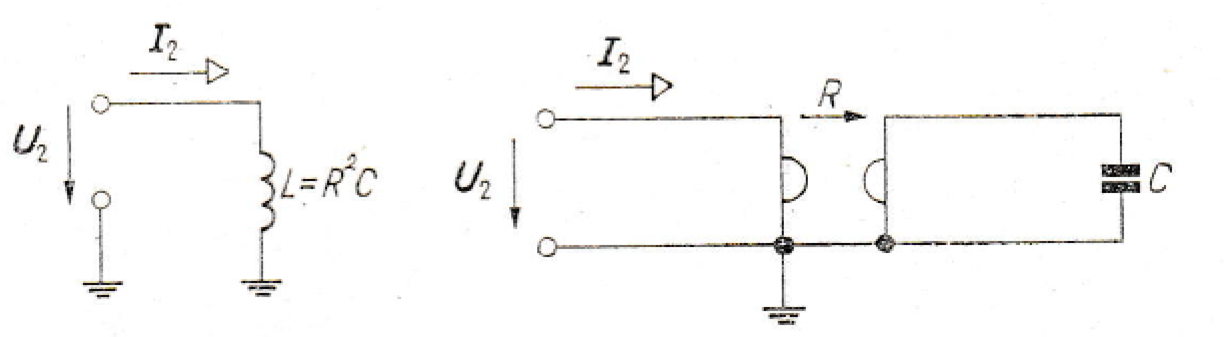
Ez az egyenlet tulajdonképpen a Girátor egyik fontos alkalmazására utal. Ha ugyanis a Girátor egyik oldalát C kapacitású kondenzátorral zárjuk le, akkor a másik oldalon

$$Z_2 = R^2 j\omega C$$

impedanciát mérünk. Ez nem más, mint egy

$$L = R^2 C \qquad (11.18)$$

értékű induktivitás impedanciája. A Girátor jelentősége tehát az, hogy segítségével egy vesztességmentes induktivitásókat állíthatunk elő.
Az áramkör elvi rajzát az alábbi ábra szemlélteti. A Girátor szabad kapocspárja a (11.18) egyenlet szerint úgy viselkedik, mintha egy $L = R^2 C$ induktivitást kapcsoltunk volna közé. L=10000 H induktivitást kapunk, ha $C = 1\ \mu F$ és $R = 100\ k\Omega$.



1132 ábra. Veszteségmentes nagy induktivitás előállítása.

Ha kondenzátort kapcsolunk az **L** induktivitással párhuzamosan, akkor gyakorlatilag veszteségmentes rezgőkört kapunk. Ezzel nagy jósági tényezőjű **LC** szűrőt építhetünk. Az elérhető jósági tényező erősen függ az ellenállások párosításának toleranciájától, az R ellenállások egyikének változtatásával azonban kiegyenlíthető. E célra a 11.29. ábrán látható áramkörben például az az R ellenállás alkalmas, amelyet a bal oldali műveleti erősítő p bemenete és a föld közé kapcsoltunk. A 11.30. ábrán látható kapcsoláson kiegyenlítés szempontjából különösen hatásos a két n bemenet közé kötött R ellenállás.
Ha a. Girátor induktivitását állandó C kapacitás mellett változtatni szeretnénk, akkor minden R ellenállás értékét változtatni kellene. Ez azonban nagyon körülményes volna. A 11.30. ábra áramköránél van egy egyszerű megoldás az **L** induktivitás változtatására, mégpedig egyetlen R ellenállás szabályozásával. Ehhez tegyük szabályozhatóvá az A[1] műveleti erősítő **p** bemenetén levő
R ellenállást.

Ha értéke a αR·-el egyenlő akkor az átviteli összefüggések a következők:

$$U_2 = I_1 R, \qquad I_2 = \frac{U_1}{\alpha R}$$

Ezzel az impedanciatranszformáció összefüggése:

$$Z_2 = \frac{\alpha R^2}{Z_t}$$

Ebből a Girátor induktivitás:

$$L = \alpha R^2 C.$$

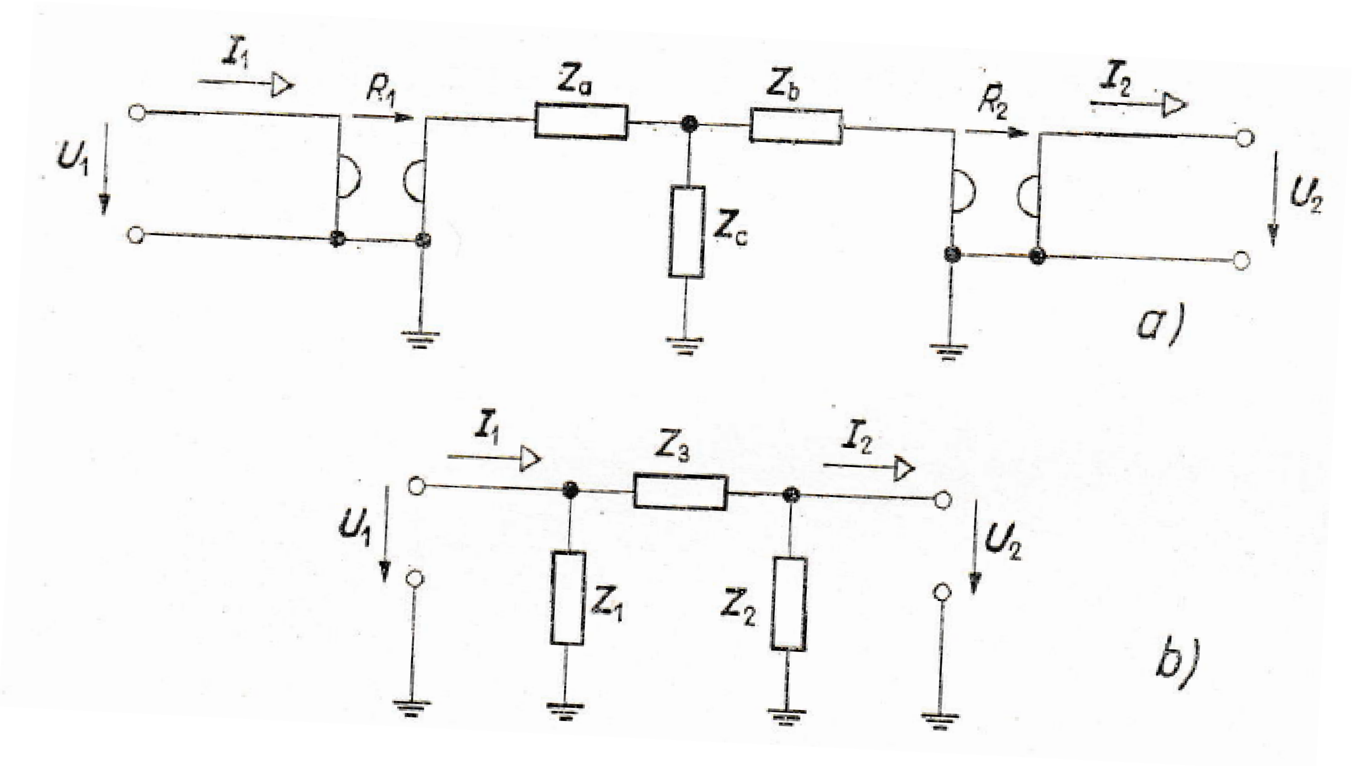
A négypóluselmélet segítségével. bebizonyítható, hogy egy négypólus, amelynek kapcsai közé a 11.32. ábrán látható módon; két Girátort csatlakoztatunk, kifelé az áramkör duáljaként viselkedik [11.4]. A **T** kapcsolás ellenállásait a, b és e indexszel jelöljük, a
IT kapcsolásét pedig 1, 2 és 3-mal. Ha felcseréljük egymással a 11.32. ábrán a **IT** és **T** áramköröket, a megadott egyenletek érvényesek maradnak. A 11.33; ábra példaképpen azt szemlélteti, hogy a három induktivitásból álló áramkör hogyan helyettesíthető· három kapacitásból. felépülő duál. áramkörével.
A transzformációs egyenletek:

$$Z_1 = \frac{R_1 R_2}{Z_a},$$

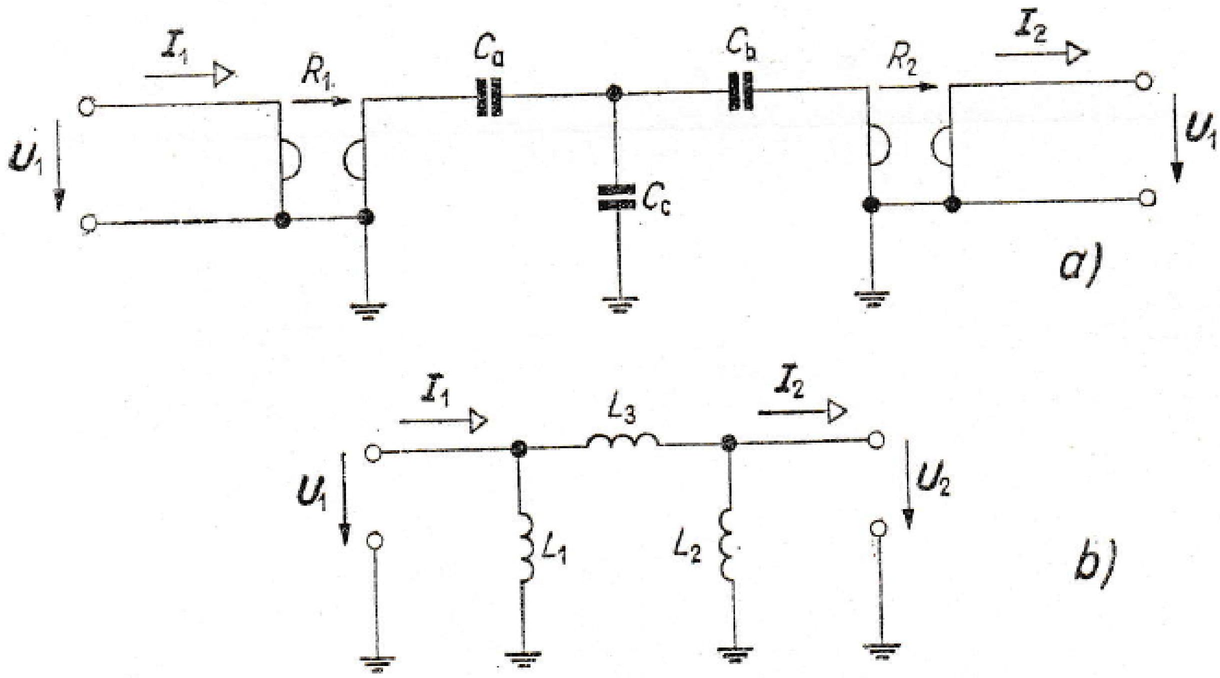
$$Z_2 = \frac{R_1 R_2}{Z_b},$$

$$Z_3 = \frac{R_1 R_2}{Z_c}.$$

L_1 és L_2 induktivitásokkal kívülről párhuzamosan kapcsolunk egy-egy kondenzátort, akkor induktívan csatolt sávszűrőt kapunk, ami kizárólag kondenzátorokból épül fel. Ha C_a és C_b kapacitásokat rövidre zárjuk, akkor földfüggetlen L_3 induktivitást kapunk.



11.32 ábra. Négypólusok duális transzformációja



11.33. ábra. Induktivitások duális transzformációja

Transzformációs egyenletek:

$$L_1 = R_1 R_2 C_a,$$

$$L_2 = R_1 R_2 C_b,$$

$$L_3 = R_1 R_2 C_c.$$