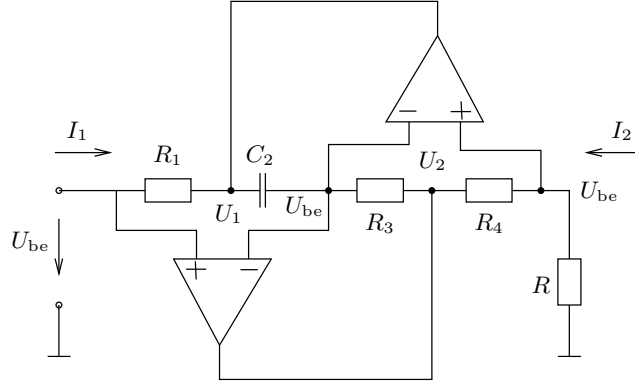


Méréstechnika házi feladat 4. Megoldás

2019. tavasz

1. Írjuk fel a hálózati egyenleteket a kapcsolásra!



A műveleti erősítők ideálisak, ezért bemenőfeszültségük zérus, így a hálózat két további csomópontja is U_{be} feszültségen van. A fennmaradó két csomópont feszültsége U_1 és U_2 . Az erősítők bemenő árama is zérus, ezért az áramokra a következő egyenletek írhatók fel:

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{-U_{be}}{R} \\ I_2 &= \frac{U_{be} - U_2}{R_4} \\ I_1 &= \frac{U_{be} - U_1}{R_1} \\ (U_1 - U_{be}) \cdot j\omega C_2 &= \frac{U_{be} - U_2}{R_3} \end{aligned} \quad (1)$$

A fenti sorrendben kifejezhető az egyenletekből I_2 , U_2 és U_1 , az utolsó egyenletben már csak U_{be} és I_1 marad, ezek aránya pedig a bemeneti impedancia:

$$Z_{be} = \frac{U_{be}}{I_1} = j\omega \frac{C_2 R R_1 R_3}{R_4} \quad (2)$$

(2 pont)

Mivel a kapacitás és az ellenállások értékei pozitívak és konstansok, a bemeneti impedancia induktív, és egy

$$L = \frac{C_2 R R_1 R_3}{R_4} \quad (3)$$

értékű induktivitást valósít meg. (1 pont)

A kapcsolás előnyei:

- nincs szükség a tekercs elkészítésére;
- kisfrekvencián a nagyméretű alkatrész mellőzhető;
- az induktivitás értéke több nagyságrendben változtatható.

(1 pont)

A kapcsolás hátrányai:

- a kétpólus földelt;
- nagyfrekvencián az erősítők nem tekinthetők ideálisnak;
- az alkalmazott elemek tűrése nagyobb, mint egy tekercsé.

(1 pont)

Érdemes megjegyezni, hogy a kapcsolás előnyei pontosan abban a frekvenciasávban mutatkoznak meg, ahol egy fizikailag létező tekercs már kényelmetlen, ahol viszont ez a kapcsolás már nem jól használható, egy kisebb méretű légmagos tekercs is jól működik.

2. A kiegyenlítés feltétele általánosan az, hogy a gerjesztés a vasmagban zérus legyen, azaz:

$$I_x N_x = I_N N_N \quad (4)$$

(1 pont)

A híd paramétereivel kifejezve:

$$\frac{N_x U_g}{R_x + 1/j\omega C_x} = N_N U_g \frac{R_N \times 1/j\omega C_0}{R_N \times 1/j\omega C_0 + 1/j\omega C_N} \frac{1}{R_N} \quad (5)$$

A jobb oldalon az emeletes tört egy feszültségosztó, amely a tekercsre és a normállenállásra jutó feszültséget adja meg. (1 pont)

A mérendő impedancia elemei ebből:

$$R_x = \frac{N_x}{N_N} R_N \frac{C_0 + C_N}{C_N} = 2.933 \, \Omega, \quad C_x = \frac{N_N}{N_x} C_N = 12 \, \text{nF} \quad (6)$$

(1 pont)

A veszteségi tényező soros helyettesítőkép esetén az impedancia elemeivel és a kapcsolás paramétereivel felírva:

$$D = \omega R_x C_x = \omega R_N (C_0 + C_N) = 3.52 \cdot 10^{-5} \quad (7)$$

(1 pont)

Ahhoz, hogy széles tartományban változó kapacitást mérni lehessen, a menetszámot is változtatják, azaz N_N -et is. A menetszám változtatása általában együtt jár az áramkör megszakadásával, amely nagy feszültséget indukálhat a mérőkörben, amely károsíthatja, esetleg tönkre is teheti a tekercset. Az áthidaló C_0 kapacitás ezt a hatást csökkenti. (1 pont)