

Méréstechnika házi feladat 4. Megoldás

2015. tavasz

1. Az áramkör bekötése a hídkapcsoláshoz tartozó ábrán követhető. A hídkapcsolás kimenete az áramkör bemenetére kapcsolódik.

A kimeneti feszültséget felírhatjuk az adatlap 1. ábrája alapján, az alábbi jelölésekkel:

$$R_1 = 380 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 20 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 21.1 \text{ k}\Omega \quad (1)$$

Ezenkívül jelölje U_1 az invertáló bemenetre kapcsolódó feszültséget, U_2 pedig a neminvertáló bemenet feszültségét. A kimeneti feszültség tehát:

$$U_{\text{ki}} = -\frac{R_1}{R_1}U_1 + \left(1 + \frac{R_1}{R_1 \times R_3}\right) \frac{R_2}{R_1 + R_2}U_2 = -U_1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_1 + 2R_3}{R_3}U_2 = AU_1 + BU_2 \quad (2)$$

(1 pont)

Mivel $U_s = U_1 - U_2$ és $U_c = (U_1 + U_2)/2$, a szimmetrikus és a közös erősítés a következő:

$$A_s = \frac{A - B}{2} = -1.0002, \quad A_c = A + B = 4.74 \cdot 10^{-4} \quad (3)$$

A szimmetrikus erősítés hibája:

$$h_s = \frac{A_s - A_{s,0}}{A_{s,0}} = 2 \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

ahol $A_{s,0} = -1$. (1 pont)

A közösjelelnyomás a két erősítés hányadosának abszolút értéke:

$$E = \left| \frac{A_s}{A_c} \right| \cong \left| \frac{1}{A_c} \right| = \frac{1}{|A + B|} \cong 66.5 \text{ dB} \quad (5)$$

A közelítés azért tehető meg, mert a szimmetrikus erősítés igen jó közelítéssel egységnyi. (1 pont)

Mivel $A = 1$, a szimmetrikus erősítés akkor pontosan egységnyi, ha $B = 1$ is teljesül. Ehhez a (2) egyenletből

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \frac{R_1 + 2R_3}{R_3} = 1 \quad (6)$$

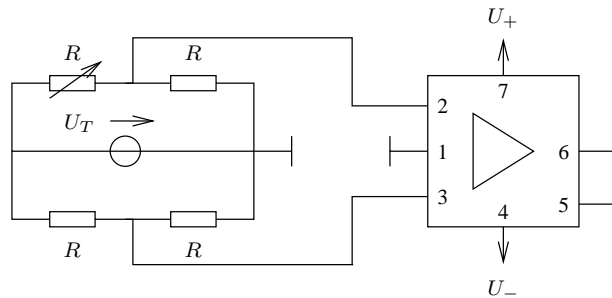
szükséges, azaz:

$$R_{3,0} = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} = 21.1111 \text{ k}\Omega \quad (7)$$

(1 pont)

Az adatlapon a fent kiszámolt közösjelelnyomásnál nagyobb értékek olvashatók minden esetben. Az integrált áramkör gyártása során az ellenállásokat trimmelik, így az adatlapon megadott tájékoztató értéknél nagyobb pontosságot érnek el. (1 pont)

A hídkapcsolás bekötése az alábbi ábrán látható:



(1 pont)

Mivel az erősítő bemeneti ellenállása nem végtelen, továbbá a hídkapcsolás kimeneti ellenállása nem zérus, az erősítő bemenetén a feszültség a szokásosnál kisebb lesz. A hídkapcsolás kimeneti ellenállása külön-külön a két kimeneti pontra (elhanyagolva az aktív ellenállás változását):

$$R_{ki} = \frac{R}{2} = 500 \Omega \quad (8)$$

Az erősítő bemeneti ellenállása ismét csak külön-külön az invertáló és a neminvertáló bemenetre:

$$R_{be} \cong R_1 + R_2 = 400 \text{ k}\Omega \quad (9)$$

Megjegyzés. A bemeneti ellenállás megadható a szimmetrikus és a közös bemeneti feszültségre vonatkozóan is, ahogyan ez numerikusan az adatlapon is szerepel. Ekkor azonban a hídkapcsolás szimmetrikus és közös generátorellenállását is ki kellene számolni. Számításaink során a két bemenettel külön foglalkozunk.

Ismerve az ellenállásokat, látható, hogy a hídkimenet mindkét pontja azonos mértékben osztódik le, így a szimmetrikus hídfeszültség is. Ezzel az erősítő kimeneti feszültsége már felírható:

$$U_{ki,s} = A_s \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R/2} \cdot \frac{h}{4 + 2h} U_T = 17.95 \text{ mV} \quad (10)$$

ahol tehát az első tényező az erősítő szimmetrikus erősítése, a második a leosztott hídfeszültség, a harmadik pedig a híd nemlineáris kimeneti feszültsége üresjárásban. A példában megadott adatokkal a bemeneti osztó nagyságrendileg akkora hibát okoz, mint a híd nemlinearitása. (2 pont)

A közösjelelnyomás frekvenciafüggése az adatlap 1. oldalán található 2. ábra segítségével számítható. Eszerint:

$$E(f) = \begin{cases} E_0, & \text{ha } f \ll f_0 \\ E_0 \frac{f_0}{f}, & \text{ha } f \gg f_0 \end{cases}, \quad f_0 \approx 400 \text{ Hz} \quad (11)$$

azaz Bode-diagramja 400 Hz fölött -20 dB/dekád meredekségű.

Az adatlap 3. oldalán található, altípustól is függő adat (E_0) eltér a 2. ábráról leolvasható elnyomástól. Mivel azonban az elnyomás rendszerint függ az altípustól, az elnyomás kisméretű értékéhez célszerű a 3. oldali értékből kiindulni, és a 2. ábra alapján a frekvenciafüggést erre alkalmazni. (A 2. ábra görbéje tulajdonképpen a B típus tipikus értékéről indul.)

A kimeneten tehát hibát okoz a közös jelből származó komponens. A közös feszültség a tápfeszültség fele, ezért az ebből származó kimeneti feszültség:

$$U_{ki,c} = A_c U_c \cong \frac{1}{E(f)} \frac{U_T}{2} = 17.12 \text{ mV} \quad (12)$$

A közös feszültség által okozott hiba tehát:

$$h_c = \frac{U_{ki,c}}{U_{ki,s}} = 95.33\% \quad (13)$$

(2 pont)