

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz

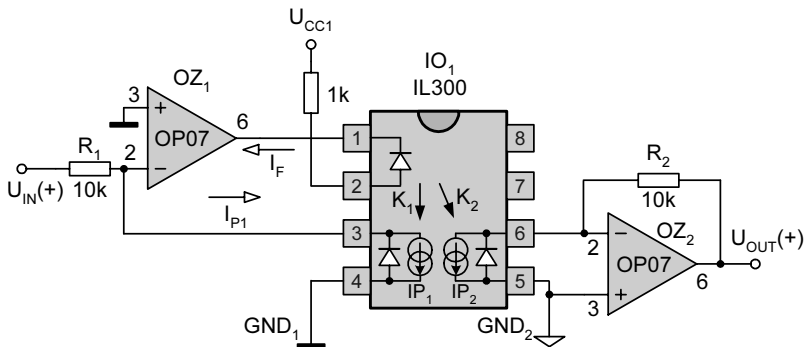


12.3 Izolační zesilovače s IL300

Zapojení izolačních zesilovačů s IL300 se liší především režimem v nichž pracují interní fotodiody. Podle toho, zda interní PIN křemíkové fotodiody optočlenu pracují v hradlovém (fotovoltaickém) režimu, kdy ozářeny jsou zdrojem elektrického napětí nebo v režimu odporovém (fotovodivostním), kdy závěrně polarizovaná dioda mění ozářením svou vodivost (odpor), setkáme se s různými zapojeními oddělovacích zesilovačů. V tomto smyslu můžeme říci, že typické aplikační zapojení uvedené na obr. 12.2.3 využívá fotovodivostního principu. Dále rozebereme funkci zesilovačů obou druhů.

Fotovoltaické izolační zesilovače

Tento typ izolačního zesilovače má výbornou linearitu, nízký drift a v případě číslicového zpracování přenášeného signálu lze při A/D převodu počítat i s rozlišením přes 12 bitů. Typické zapojení unipolárního neinvertujícího zesilovače pro vstupní signál s kladnou polaritou je na obr. 12.3.1.



Obr. 12.3.1 Zapojení unipolárního fotovoltaického izolačního zesilovače pro kladné vstupní napětí

Vstupní operační zesilovač OZ_1 zajistí, že proud zpětnovazební fotodiody je přímo úměrný vstupnímu napětí, tedy $I_{P1} = U_{IN}/R_1$ a pro proud I_F interní fotodiody tekoucí do výstupu OZ_1 platí $I_F = I_{P1}/K_1$. Proud výstupní fotodiody $I_{P2} = I_F \cdot K_2$ je pomocí OZ_2 převeden na napětí tak, že platí

$$U_{OUT} = R_2 \cdot I_{P2}.$$

Při kladném vstupním napětí platí pro přenos G izolačního zesilovače zapojeného podle obr. 12.3.1, obdobně jako pro typické zapojení na obr. 12.2.3, vztah:

$$G = \frac{U_{OUT}}{U_{IN}} = \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{R_2}{R_1} = K_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}. \quad (12.3.1)$$

S využitím uvedených vztahů, hodnot parametrů použitých součástek a na základě požadovaných vlastností, lze odpory rezistorů $R_1 \div R_3$ vypočítat v několika krocích,

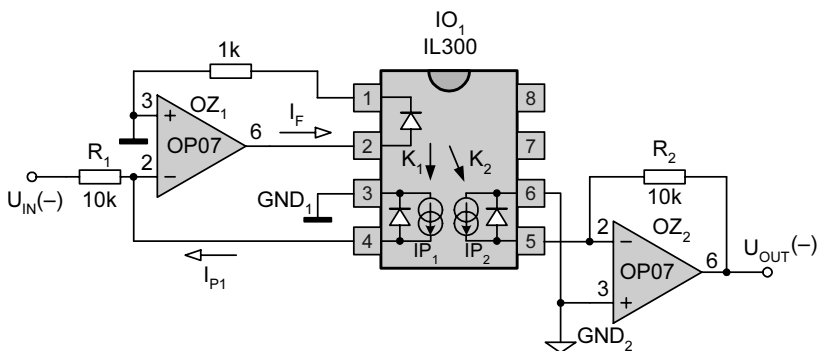
jak ukážeme na příkladu pro vstupní napětí $0 \leq U_{IN} \leq 1$ V. Operační zesilovač OP07 použitý na vstupu (i výstupu) obvodu na obr. 12.3.1 má maximální výstupní proud $I_{O\ MAX} = \pm 15$ mA. Typické hodnoty konstant IL300 jsou $K_1 = K_2 = 0,007$ a $K_3 = 1$.

Z hodnoty proudu $I_{O\ MAX}$, tedy i maximálního proudu I_F tekoucího svítivou diodou IL300 vypočteme proud zpětnovazební fotodiodou $I_{P1} = K_1 \cdot I_{O\ MAX} = 0,007 \cdot 15$ mA = 105 μ A.

Nyní již můžeme vypočítat odpor rezistoru $R_1 = U_{IN}/I_{P1} = 1$ V/105 μ A = 9,524 k Ω , který zaokrouhlíme na 10 k Ω . Nakonec určíme z rov. 12.3.1 ještě odpor rezistoru R_2 ve zpětné vazbě výstupního OZ₂. Např. pro požadovaný přenos izolačního zesilovače $G = 1$ platí $R_2 = R_1 \cdot G/K_3 = R_1 = 10$ k Ω . Šířka pásma (-3 dB) takto zapojeného zesilovače je asi 45 kHz.

Pokud chceme vytvořit neinvertující zesilovač pro záporné vstupní napětí je třeba zapojení modifikovat podle obr. 12.3.2. Zpětnovazební i výstupní fotodioda jsou zapojeny proti obr. 12.3.1 obráceně a svítivá dioda v IL300 je napájena proudem tekoucím z výstupu OZ₁. Přivedením kladného vstupního napětí obvod nepracuje, ale nepoškodí se.

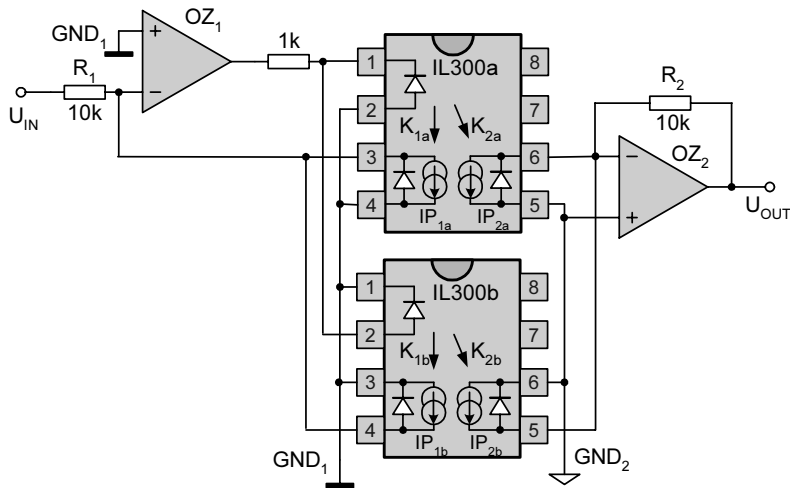
Kombinací obvodů na obr. 12.3.1 a obr. 12.3.2 do obvodu zapojeného podle obr. 12.3.3 lze s dvěma optočleny IL300 získat bipolární izolační zesilovač, který přeneše signál, který nabývá obou polarit. Svítivé diody, zpětnovazební a výstupní fotodiody v optočlenech jsou zapojeny antiparalelně a tak zatímco IL300a zajišťuje přenos kladného vstupního signálu, optočlen IL300b je aktivní při záporném vstupním signálu. Linearita tohoto obvodu je velmi dobrá, pro zajištění stejného přenosu obou polarit je třeba vybrat optočleny se stejným přenosem K_3 . Nevýhodou je zkreslení až 5 % vznikající při průchodu signálu úrovní vstupní země a malá šířka pásma, asi 1 kHz.



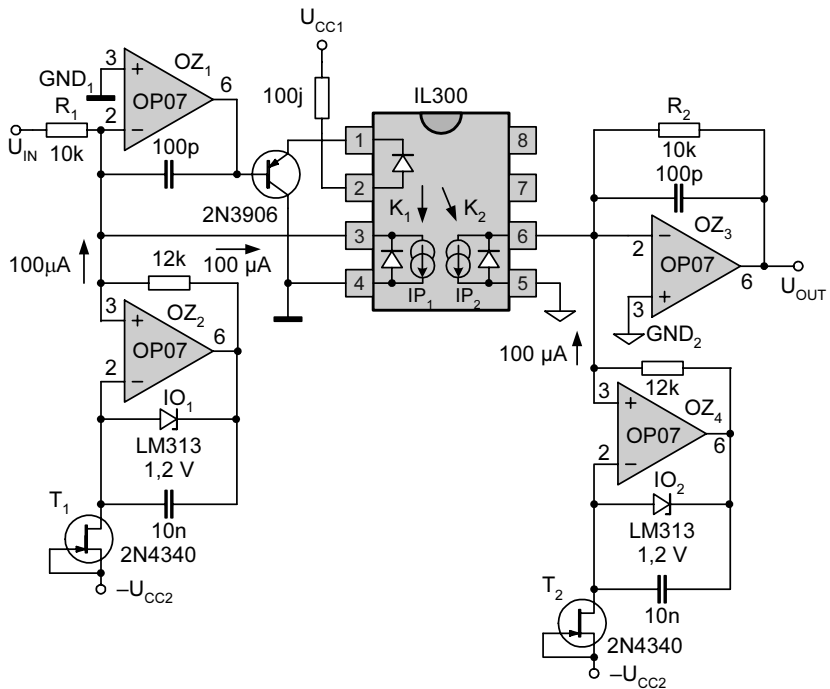
Obr. 12.3.2 Unipolární fotovoltaiický izolační zesilovač pro záporný vstupní signál

Bipolárně pracující zesilovač lepších vlastností, s poněkud složitějším zapojením, které ale vystačí s jediným IL300, lze vytvořit tak, že vstupní a výstupní operační zesilovač je doplněn o zdroje konstantního proudu spojené s jejich invertujícími vstupy a patřičně posunující klidovou vstupní a výstupní úroveň. Možné praktické zapojení, včetně řešení zdrojů proudu 100 μ A vytvořených pomocí operačního zesilovače a referenčního zdroje napětí 1,2 V napájeného konstantním proudem z polem řízeného tranzistoru, je na obr. 12.3.4. Přenos $G = K_3 \cdot R_2/R_1$ má v tomto případě hodnotu 1. Rozsah vstupního napětí je ± 1 V. Rovněž tento izolační zesilovač má výbornou

linearitu a stabilitu a lze jej užit v systémech, v nichž následné číslicové zpracování signálu probíhá s rozlišením až na 12 bitů.



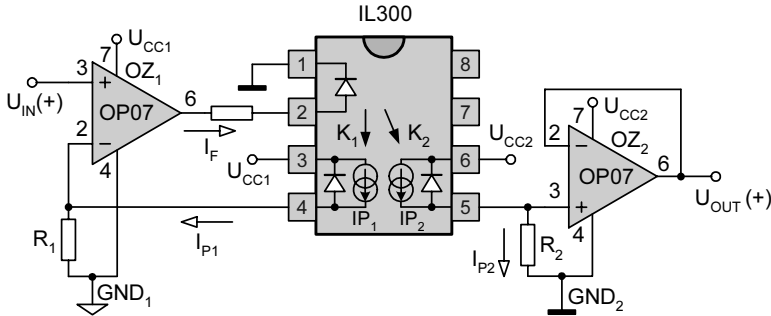
Obr. 12.3.3 Fotovoltaiický izolační zesilovač IL300 pro bipolární vstupní signál



Obr. 12.3.4 Zapojení fotovoltaiického izolačního zesilovače, který pomocí předpětí přeneše bipolární signál

Fotovodivostní izolační zesilovače

U izolačních zesilovačů v nichž závěrně polarizovaná interní fotodioda lineárního optočlenu pracuje v odporovém režimu lze dosáhnout výrazně větší šířky pásma. Následkem horší linearity a driftu má však v případě číslicového zpracování signálu význam použití jen zhruba 8 až 9bitového A/D převodníku.



Obr. 12.3.5 Unipolární izolační zesilovač IL300 využívající odporový režim fotodiody optočlenu

Na obr. 12.3.5 je zapojení zesilovače na tomto principu určeného pro kladný vstupní signál, které odpovídá typickému aplikačnímu obvodu na obr. 12.2.3. Přenos tohoto zesilovače má tedy známý tvar $G = U_{OUT}/U_{IN} = K_3 \cdot (R_2/R_1)$. Odpor rezistoru R_1 volíme podle rozpětí vstupního signálu a maximálního výstupního proudu I_{OMAX} , kterým lze zatížit OZ_1 a který tedy bude i maximálním proudem LED diody I_{FMAX} . Odpor R_1 tedy určíme ze vztahu:

$$R_1 = \frac{U_{INMAX}}{K_1 \cdot I_{OMAX}} \quad (12.3.2)$$

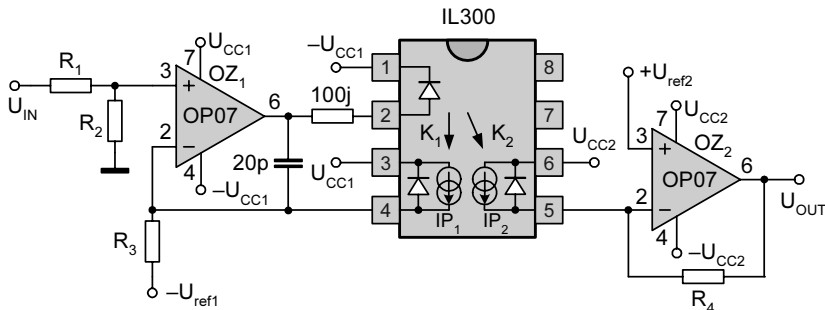
Na výstupu izolačního zesilovače je použit napěťový sledovač a jeho výstupní napětí je tedy shodné s úbytkem napětí generovaným na rezistoru R_2 proudem výstupní fotodiody optočlenu. Podle požadované hodnoty přenosu G , známé hodnoty konstanty K_3 pro IL300 a v této fázi již rovněž známého odporu R_1 , vypočítáme odpor R_2 z rovnice:

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot G}{K_3} \quad (12.3.3)$$

Pokud odpor R_1 přesahuje 10 k Ω , může dojít k nestabilitě, které lze zabránit kmitočtovou kompenzací pomocí kondenzátoru s malou kapacitou, např. 22 pF, zapojeného mezi výstup a invertující vstup OZ_1 . Při použití klasického operačního zesilovače typu 741 na místě OZ_1 a OZ_2 lze počítat se šířkou pásma 100 kHz i vyšší.

Na obr. 12.3.6 je zapojení, které dovolí zpracování bipolárního signálu. To je umožněno zavedením předpětí do smyčky elektrooptické zpětné vazby ve vstupní části zesilovače ze zdroje napětí $-U_{REF1}$ přes rezistor R_3 . Operační zesilovač OZ_1 budí

svítivou diodou na vstupu optočlenu takovým proudem, aby následkem ozáření zpětnovazební diody tekli do rezistoru R_3 takový proud, aby napětí mezi vstupy OZ_1 bylo nulové. Např. při $U_{IN} = 0$ musí tedy vzniknout na R_3 úbytek velikostí shodný s $-U_{REF1}$. Výstupní OZ_2 v uvedeném invertujícím zapojení převádí proud výstupní fotodiody I_{P2} na napětí dle vztahu $U_{OUT} = U_{REF2} - R_4 \cdot I_{P2}$.



Obr. 12.3.6 Bipolární izolační zesilovač s fotodiodami v odporovém režimu

Podobně jako v případě unipolárního zesilovače je prvním krokem návrhu nalezení odporu R_3 . Ten je určen velikostí vstupního signálu, referenčního napětí U_{REF1} a maximálním výstupním proudem OZ_1 $I_{O\ MAX} = I_{F\ MAX}$. Velikost tohoto odporu má rovněž vliv na šířku pásma a stabilitu. Odpor R_3 se volí tak, aby platilo:

$$R_3 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{IN\ MAX} + U_{REF1} \right) \cdot \frac{1}{I_{F\ MAX} \cdot K_1} \quad (12.3.4)$$

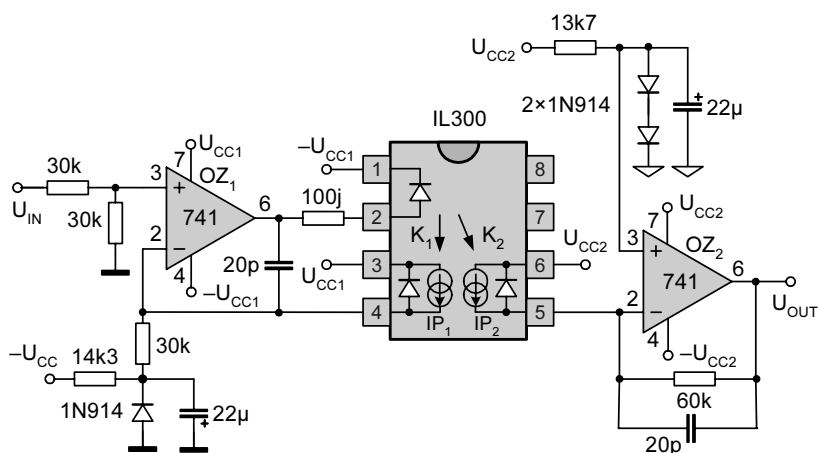
Pokud se volí napětí U_{REF2} tak, aby platilo:

$$U_{REF2} = \frac{K_3 \cdot R_4}{R_3} \cdot U_{REF1} \quad (12.3.5)$$

je přenos G zesilovače na obr. 12.3.6:

$$G = \frac{U_{OUT}}{U_{IN}} = - \frac{K_3 \cdot K_4 \cdot K_2}{R_3 \cdot (R_1 + R_2)} \quad (12.3.6)$$

Jednu z možností, jak takový izolační zesilovač realizovat pro rozsah vstupního napětí ± 1 V, představuje zapojení na obr. 12.3.7, kde jsou jako zdroje referenčních napětí použity běžné křemíkové diody. Pak lze předpokládat že $U_{REF1} \approx 0,6$ V a volíme-li $I_{F\ MAX} = 5$ mA, získáme z rov. 12.3.4 odpor $R_3 \approx 30$ k Ω . Pokud požadujeme jednotkový přenos, vychází z rov. 12.3.6 při volbě $R_1 = R_2 = 30$ k Ω a při uvažování $K_3 = 1$ odpor $R_4 = 60$ k Ω . Protože z rov. 12.3.5 plyne, že $U_{REF2} = 2 \cdot U_{REF1}$, jsou jako zdroj U_{REF2} použity dvě stejné křemíkové diody zapojené do série. Tento jednoduchý zesilovač je podle Lit. 12.3.3 dostatečně stabilní, poněkud horší je to s vlivem teploty.



Obr. 12.3.7 Bipolární izolační zesilovač s jednotkovým přenosem pro vstupní napětí ± 1 V využívající odporový režim fotodiod optočlenu

Zdroj informací:

- Lit. 12.3.1 Linear Optocoupler IL300. Katalogový list Infineon Technologies Corp, (www.infineon.com/opto).
- Lit. 12.3.2 Applications of Optocouplers. Appnote 2. Infineon Technologies Corp.
- Lit. 12.3.3 B. Krause: Designing Linear Amplifiers Using the IL300 Optocoupler. Aplikační poznámka 50. Infineon Technologies Corp. (www.infineon.com/opto)