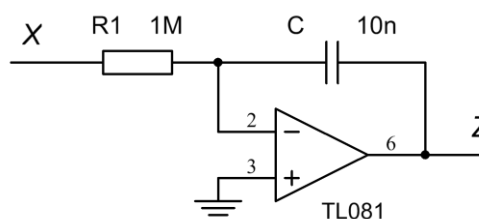


9 Integrator

9.1 Ozadje

Z operacijskim ojačevalnikom zgradimo vezja, ki opravljajo matematične operacije, ena od teh je integriranje. Osnovno vezje integratorja je na sliki 9.1. Vhodni signal X je vezan na invertirajoči vhod OPAMP, ki je zaradi negativne povratne vezave skoraj na potencialu nič voltov, zato je vhodni tok podan z razmerjem X/R_1 . Ta tok teče v kondenzator, ki je vezav v negativno povratno vezavo OPAMP, saj v invertirajoči vhod OPAMP ne more. Napetost na kondenzatorju C in s tem izhodna napetost Z integratorja je zato:

$$Z = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^T X dt + konst.$$

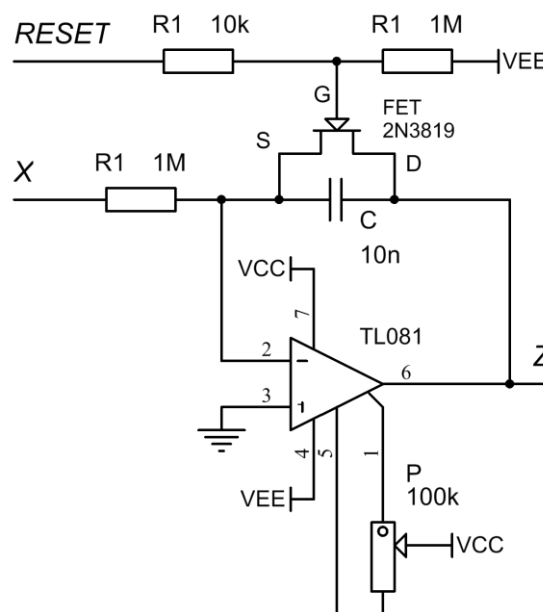


SLIKA 9.1: OSNOVNA SHEMA INTEGRATORJA

Meritev navadno želimo začeti od znane začetne vrednosti (nič voltov), zato se zdi primerno izhodno napetost integratorja pred meritvijo spraviti na nič voltov. To opravi kratek stik preko kondenzatorja v povratni vezavi, ki sprazni kondenzator. Ročno narejen kratek stik lahko nadomestimo z elektronsko verzijo; FET (»field effect transistor«) tranzistor se lahko vede kot stikalo. Ko na njegovo krmilno elektrodo »gate« pripeljemo napetost blizu nič voltov FET med elektrodama »drain« in »source« prevaja, to pa sprazni kondenzator in vrne izhodno napetost Z integratorja na nič voltov. Ko krmilno elektrodo »GATE« FET tranzistorja pripnemo na negativno napetost $-12V$, FET ne prevaja in vezje integrira.

Za idealni operacijski ojačevalnik velja, da je tok v njegova vhoda enak nič, razlika napetosti med vodomama (»offsetna« napetost) je prav tako nič. V resnici sta obe vrednosti od nič malo različni in zato motita delovanje integratorja. Čeprav je vhodna napetost X enaka nič, se izhodna napetost integratorja počasi spreminja kot to narekujejo neidealne lastnosti OPAMP. Neidealnosti lahko kompenziramo tako, da nastavimo »offsetno« napetost OPAMP; potrebujemo le potenciometer P , kot smo ga uporabili pri vaji »Ojačevalnik«.

S pazljivim nastavljanjem potenciometra P lahko poskrbimo, da se izhodna napetost integratorja ne spreminja bistveno v krajšem časovnem razdobju. Po nekaj sekundah (odvisno od uporabljene časovne konstante $R_1 C$ in stopnje slabosti OPAMP) pa bo izhodna napetost integratorja vseeno »lezla« stran od vrednosti nič. Pojav omilimo tako, da vzporedno s kondenzatorjem C vežemo upornik R_2 z zelo veliko upornostjo. Ta vpliva na natančnost integratorja; pri počasnih pojavih vezje degradira v ojačevalnik z ojačenjem $-R_2/R_1$, vpliv kondenzatorja pa je komaj opazen. Pri hitrih vhodnih signalih se integrator obnaša pravilno, izhodna napetost pa ne leze (besedi »hitro« in



SLIKA 9.2: DOPOLNJENA SHEMA INTEGRATORJA

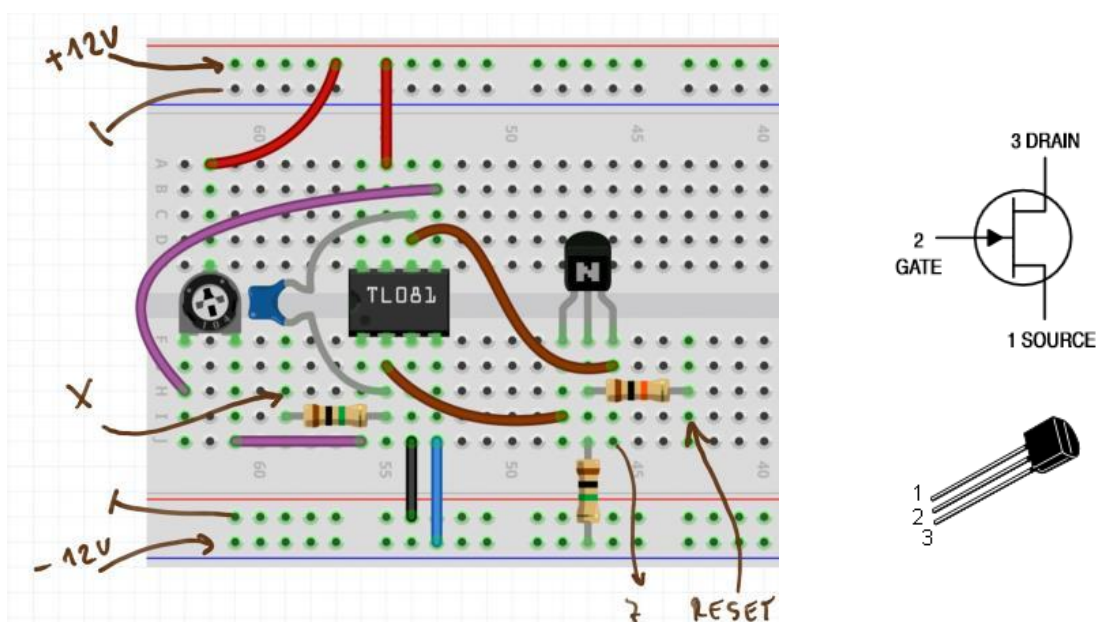
»počasno« v prejšnjih stavkih sta preveč ohlapni, bolje bi bilo periodo vhodnega pojava primerjati s časovno konstanto R_2C).

Schema vezja integratorja, ki je dopolnjena s FET stikalom za »RESET«, nekaj zaščitnimi uporniki za FET in s potenciometrom P za nastavljanje »offsetne« napetosti je na sliki 9.2.

9.2 Naloga

9.2.1 Sestavi vezje po shemi 9.2. in ga preskusi

- Vhodno sponko vezja X priključi na nič voltov in opazuj izhodno napetost Z integratorja; napetost bi morala mirovati, a se počasi približuje eni od napajalnih napetosti, kjer se ustali. To je posledica slabosti OPAMP, ki jih lahko kompenziramo z nastavljanjem »offsetne« napetosti.
 - ✓ Nastavi potenciometer P tako, da izhodna napetost miruje blizu nič voltov, takrat je »offsetna« napetost kompenzirana.
 - ✓ Preskusi funkcijo integriranja tako, da na vhod X vezja priključiš majhen DC vhodni signal; ali se izhodna napetost spreminja po pričakovanjih?
 - ✓ Preskusi funkcijo »reset« tako, da preko kondenzatorja v povratni vezavi na roko narediš kratek stik. Preskusi tudi »reset« preko FET tranzistorja tako, da na njegovo krmilno elektrodo GATE povežeš nič voltov.
- Na vhod vezja iz prejšnje točke priključi signal pravokotne oblike, frekvenca naj bo 100Hz, amplituda pa 1V.
 - ✓ Skiciraj izhodni signal Z. Ali njegova amplituda ustreza pričakovanjem?
 - ✓ Kako lahko z nastavljanjem funkcijskega generatorja pripraviš vezje do tega, da njegova izhodna napetost niha okoli nič voltov? Zakaj se to zgodi?
- Poveži v povratno vezavo integratorja še upornik $R_2 = 10M$, vhodna napetost naj bo nič voltov
 - ✓ Kako dodani upornik vpliva na delovanje vezja? Kakšna je izhodna napetost?
 - ✓ Priključi na vhod vezja pravokotno napetost. Kako izgleda izhodna napetost vezja? Ali ostaja v povprečju enaka nič voltov?



SLIKA 9.3: PREDLAGANI RAZPORED ELEMENTOV NA PROTOTIPNI PLOŠČI

- ✓ Spreminjaj frekvenco vhodnega signala. Ako to vpliva na frekvenco, amplitudo in obliko izhodnega signala?
- ✓ Prikluči na vhod vezja napetost harmonske oblike, amplituda naj bo 1V. Ali je izhodna napetost po obliki pravilna (za vezje, ki naj bi integriralo)?
- ✓ Spreminjaj frekvenco vhodnega signala. Kako to vpliva na obliko, frekvenco, fazo in amplitudo izhodnega signala?