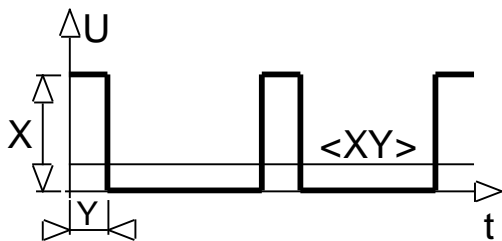


Analogni množilnik

Množenje je za analogno elektroniko precej sitna operacija, čeprav je znana vrsta shem, ki omogočajo množenje, pa tudi integriranih vezij, ki so namenjena množenju. Težave povzročajo predvsem zahteve po enakih lastnostih uporabljenih tranzistorjev. Ogledali si bomo eno možnih izvedb, ki jo odlikuje natančnost, je pa zato množenje dokaj počasno, saj naj bi frekvenca vhodnih signalov X in Y ne presegala 1 kHz.



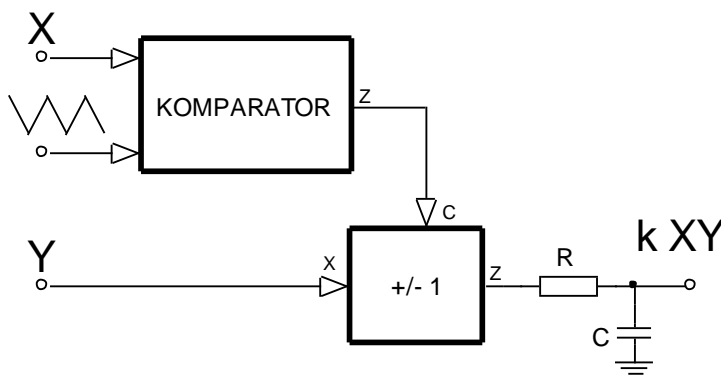
Slika 1: Ideja za analogno množenje

Osnovna ideja tega množilnega vezja je v geometriji. Če bi na primer enkrat v sekundi generirali napetostni sunek, ki bi bil visok X , trajal pa bi čas T (pri tem je T sorazmeren Y), bi bilo časovno povprečje takega signala kar sorazmerno produktu $X \cdot Y$, slika 1.

Takšen množilnik ima pomankljivosti. Pri prevelikem X pride do nasičenja, pri prevelikem Y se zlijejo sunki v enakomerno napetost X . Če je X negativen, bi lahko obrnili sunke navzdol in dobili negativen rezultat. Česa takega ne moremo storiti, kadar je negativen Y . Očividno je, da smo sestavili dvokvadrantni množilnik, to je tak, ki zmore množenja števil, ki pripadajo prvima dvema kvadrantom.

Vezje, ki ga kaže slika 2, zmore štirikvadrantno množenje. S komparatorjem primerjamo pomožno napetost trikotne oblike in signal X . Na izhodu komparatorja dobimo pravokotni signal. Ta ima vrednost $+12V$, kadar je vhodni signal X večji od trikotne pomožne napetosti, sicer pa vrednost $-12V$.

Signal Y priključimo na ojačevalnik, ki zmore ojačanje $+1$ ali -1 . Predznak ojačanja izbiramo z napetostjo na kontrolnem vhodu C (vaja 2.5). Za kontrolno napetost uporabimo napetost, ki jo daje zgoraj opisani komparator.



Slika 2: Vezje 4-kvadrantnega množilnika

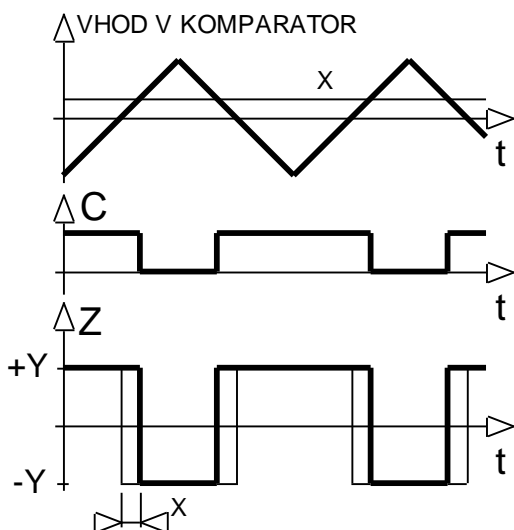
0 Analogni množilnik

Izhodni signal Z na izhodu ojačevalnika je potemtakem odvisen od obeh vhodnih signalov Y in X . Radi bi pokazali, da je povprečna vrednost izhodnega signala Z sorazmerna produktu $X \cdot Y$ ne glede na predznak obeh signalov.

Vzemimo, da je signal Y enak $0V$. Tedaj je očitno tudi izhodni signal Z enak $0V$, saj obračanje polaritete ničle ne spremeni.

Zdaj naj bo signal X enak $0V$, Y pa poljuben. Signal X določa kontrolni signal C za menjavo polaritete ojačevalnega faktorja ojačevalnika in je v enakomernih presledkih zdaj pozitiven, zdaj negativen. Ker je vrednost signala X enaka nič, se izhodni signal Z ojačevalnika enak čas zadržuje na vrednosti $+Y$ in $-Y$. Časovno povprečje takega signala je nič, neodvisno od vrednosti Y .

Naslednji, splošni primer, ko sta oba signala, X in Y , različna od nič, kaže slika 3. Pri dani pozitivni vrednosti signala X preživi kontrolna napetost C dlje v stanju $+12V$ kot v stanju $-12V$. Čas, ko je izhodni signal Z enak $+Y$, je zato daljši od časa, ko je izhodni signal Z enak $-Y$. Stanje $+Y$ je podaljšano za čas, sorazmeren vrednosti signala X , stanje $-Y$ pa je skrajšano za isti čas. Povprečna vrednost signala je torej sorazmerna.



Slika 3: Signali v štirikvadrantnem množilniku

Naloga: Sestavi množilnik in preskusi njegovo delovanje. Trikotno napetost dobiš iz funkcijskega generatorja, komparator in ojačevalnik z digitalno kontrolo predznaka ojačevalnega faktorja pa si že spoznal. Časovno povprečje signala Z napravi z RC filtrom

Razmišljanje o množenju velja, če sta signala X in Y stalna, ali pa se le malo spremenita znotraj periode pomožne napetosti UP . Če se Y in X spreminjata hitreje, moramo izbrati višjo frekvenco trikotne napetosti. Pri velikih frekvencah, nekje nad 50 kHz , nastopijo težave. Odgovor komparatorja kasni za ugotovljenim stanjem na vhodu, težave pa so tudi pri hitrem obračanju vhodne napetosti v stopnji. ± 1 Za take frekvence bi morali uporabiti hitrejše operacijske ojačevalnike in komparatorje. Pri še višjih frekvencah pa ni več na razpolago primernih operacijskih ojačevalnikov in komparatorjev, zato ta tehnika odpove.

Naloga: Pomisli še, kakšna je izhodna napetost vezja, če pomožna napetost ni trikotne oblike. Poskusi z pomožno napetostjo sinusne oblike in eksponentno naraščajočo napetostjo.

