

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

IR daljinec

Seminarska naloga pri predmetu
Elektronska vezja

1. Uvod

Za seminarsko nalogo sem se odločil predstaviti izdelek, katerega sem izdelal že pred časom. S pridobljenim znanjem pri predmetu Elektronska vezja, pa lahko sedaj njegovo delovanje bolje razumem in ga poskusim predstaviti.

2. Opis

Izdelek, ki ga predstavljam je daljinski sistem, ki za prenos signalov uporablja tudi infrardečo (IR) svetlobo. Valovne dolžine IR svetlobe segajo od 0.7 mikrometra pa do 300 mikrometrov. V mojem sistemu sta oddajnik in sprejemnik naravnana na valovno dolžino 0.95 mikrometra.

Shema obeh vezij, se nahaja pod točko 3. Tukaj bom predstavil glavne komponente. Ker je vezje sestavljeno večinoma iz logičnih integriranih vezij, se opis bolj osredotoča na nekatere diskretne sestavne dele.

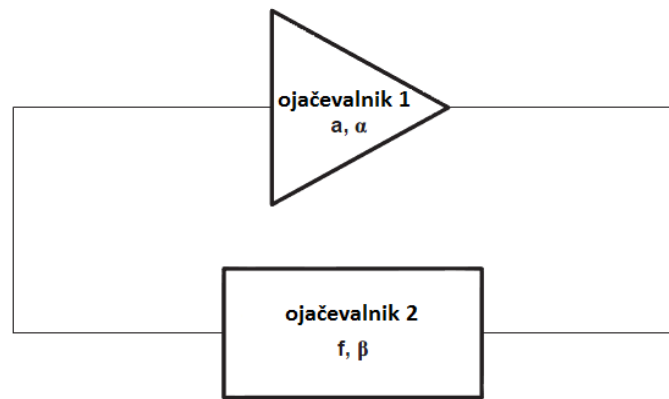
2.1 Oddajnik

2.1.1. Kodirnik

Kot kodirnik, sem uporabil priročno integrirano vezje, HT12E, proizvajalca Holtek. Poleg oddajnega vezja potrebuje minimalno število zunanjih komponent. Frekvenco ure določimo z zunanjim uporom. Zgornjo mejo frekvence ure nam lahko omejujejo ostale komponente sistema, v našem primeru sprejemno vezje, kot bomo videli v nadaljevanju (glej poglavje Sprejemni modul). Kodirnik ima še štiri podatkovne vhode, vhod, ki omogoči oz. onemogoči prenos in naslovne vhode, katere, vse, lahko krmilimo z zunanjimi napravami. Vse krmilimo z logičnimi stanji. Za moje potrebe so ti vhodi krmiljeni z stikali ali so preprosto fiksno vezani. Podatkovni izhod vežemo naprej na oddajno vezje.

2.1.2. Kvarčni oscilator

Za osciliranje mora oscilator izpolniti Barkhausenov kriterij, ki pravi, da je za oscilacijo potrebna absolutna vrednost zaprtozančnega ojačanja 1, ter fazni zasuk 0 oz. večkratnik 360°.



Slika 1

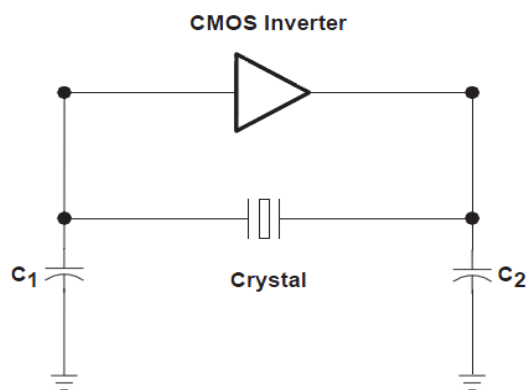
Ojačevalnik 1 z absolutnim amplitudnim ojačanjem a in faznim zasukom α in ojačevalnik 2 z absolutnim amplitudnim ojačanjem f in faznim zasukom β . Barkhausenova pogoja sta izpolnjena, ko velja: $a \cdot f = 1$ in $\alpha + \beta = 2 \cdot n \cdot \pi$, kjer je $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Pri frekvenci osciliranja je torej zaprtozankni fazni zasuk oscilatorja $2n\pi$ ($n = 0, 1, 2, \dots$). Ko je vezje priključeno na napajanje, je edini signal v vezju le šum. Frekvenčna komponenta šuma, ki zadosti faznemu pogoju, se v zanki ojačuje (ojačanje je po absolutni vrednosti večje od 1). To se dogaja, dokler se ojačanje zaradi nelinearnosti reaktivnih elementov ali avtomatske regulacije v vezju, zmanjša in v stacionarnem stanju doseže absolutno zaprtozankno ojačanje 1. Če se fazna ali amplitudna karakteristika spremeni, se tudi frekvenca spremeni, da sta Barkhausenova pogoja izpolnjena. Lahko pa se osciliranje tudi preneha. Zato morajo biti vsi elementi oscilatorja čim bolj stabilni.

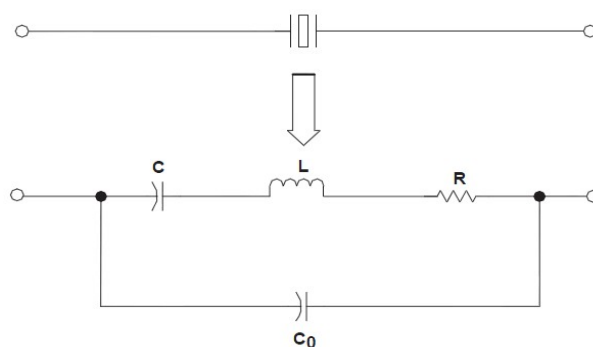
V vezju uporabljeni kvarčni oscilator, uvrščamo med preproste kvarčne oscilatorje (XO ali PXO-packaged crystal oscillator), natančneje PXO z invertirajočim ojačevalnikom. Glavna slabost teh je njihova temperaturna odvisnost frekvence osciliranja. Določena je z kvarčnim resonatorjem, najboljšo ima kvarčni resonator s kvarčnim kristalom v AT-rezu.

Povratni sistem oscilatorja, v glavni veji sestavlja inverter, v povratni veji pa kvarčni resonator in kondenzatorja (slika 2).

Kvarčni resonator deluje kot stabilni mehanski resonator z visoko kvaliteto. Frekvenca resonatorja določa frekvenco v oscilacijskem vezju. Njegov električni učinek lahko modeliramo z nadomestnim vezjem, ki ga vidimo na sliki 3.



Slika 2
PXO



Slika 3
Nadomestno vezje kvarčnega oscilatorja

Ob zanemaritvi upornosti, lahko na hiter način pridemo do resonančnih frekvenc tega vezja. Poznamo dve resonančni frekvenci: serijsko in paralelno. Pri serijski, je impedanca nadomestnega vezja minimalna in čisto realna, pri paralelni pa maksimalna in čisto realna.

$$f_{\text{ser}} = 1/\sqrt{L * C}$$

$$f_{\text{par}} = f_{\text{ser}} * (1 + C/(2C_0))$$

Kvarčni resonator se običajno uporablja na frekvenčnem območju od serijske resonance, kjer izkazuje čisti ohmski značaj in pravimo, da je oscilator v serijski resonanci, pa do bližine vzporedne ali paralelne frekvence, kjer je značaj resonatorja induktiven in pravimo, da je oscilator v paralelni resonanci. Reaktanca resonatorja ima pri paralelni resonančni frekvenci pol, zato se frekvenca resonatorja tej meji ne sme preveč približati. V bližini te frekvence je frekvenčna odvisnost od stresanih kapacitivnosti velika, kar lahko pripelje do nepredvidljivega obnašanja.

Pri serijski resonanci je kvalitete resonatorja velika, in impedanca minimalna. Kvarčni resonator, mora biti dobro impedančno prilagojen inverterju, ki ima visokoimpedančni vhod. Tako je zaradi dobre impedančne prilagoditve, bolj primerno resonator uporabiti v območju paralelne resonance, kjer je kvaliteta manjša.

To dosežemo z vezavo vzporedne kapacitivnosti. Frekvenca se tako pomakne nad serijsko resonančno frekvenco. S stališča paralelne frekvence resonatorja, lahko na to gledamo, kot da s kondenzatorjema zmanjšamo vpliv stresanih kapacitivnosti. Frekvenco osciliranja se od serijske pomakne proti frekvenci paralelne resonance, po izrazu:

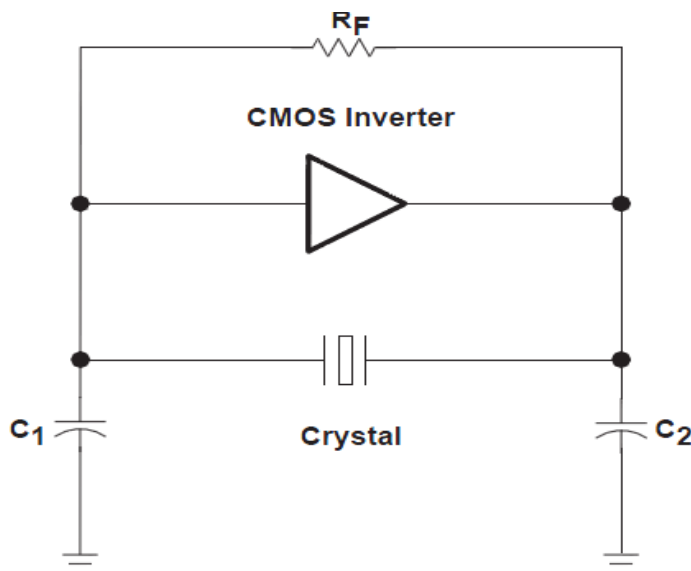
$$f = f_{\text{ser}} * (1 + C/(2 * (C_0 + C_L)))$$

Zaradi stabilnosti oscilatorja moramo izpolniti pogoj:

$$C_L > 2 C_0$$

Posledica spremembe frekvence je zmanjšana kvaliteta resonatorja oz. povečana efektivna upornost, ki nastopa v modelu resonatorja. Ponavadi je že vnaprej podana kapacitivnost, ki je optimalna glede na kvaliteto in stabilnost oscilatorja.

Enostavno in velikokrat uporabljeno vezje je Pierce-ov oscilator(slika 4). Konkretna izvedba je sestavljena iz CMOS NAND logičnih vrat.



Slika 4

Pierceov oscilator

Velja relacija: $1/C_L = 1/C_1 + 1/C_2$

Ker inverter vnaša fazni zasuk 180° mora tudi povratni sklop ustvarjati fazni zasuk 180° . Če izberemo $C_1 = C_2$, je tok skozi njiju po amplitudi enak, vendar za 180° fazno zasukan, torej je kristal v protifazi.

Upor R_F služi impedančni prilagoditvi. Vhodna impedanca inverterja se tako zmanjša in prilagojenost med glavno vejo in povratnim sklopom je večja.

Za CMOS logična vrata je vrednost upora med 100kOhm in 22MOhm. Tipično 10 Mohm.

Signal na izhodu takega oscilatorja je pravokoten periodičen signal.

2.1.3. Modulator

Vrata NAND, ki so v vezju vezana na izhod, delujejo kot modulator, z negiranim izhodom. Na izhodu vrat dobimo invertiran signal oscilatorja, kadar je izhod kodirnika v visokem stanju. Drugače je izhod modulatorja v visokem logičnem stanju.

2.1.4. Izhod oddajnika

Izhodna stopnja je sestavljena iz PNP tranzistorja, LED diode in omejevalnih uporov. Signal iz modulatorja, se na LED diodi invertira. Upor 1kOhm omejuje bazni tok, upor 680Ohm pa tok skozi diodo. LED dioda oddaja IR svetlobo valovne dolžine 950 nanometrov.

2.2 Sprejemnik

2.2.1 Sprejemni modul

Modul TSOP4833, proizvajalca Vishay, predstavlja miniaturni sprejemnik za infrardeče daljinske sisteme. Sestavljata ga PIN dioda in predojačevalec, tako da lahko izhod povežemo direktno na dekodirnik.

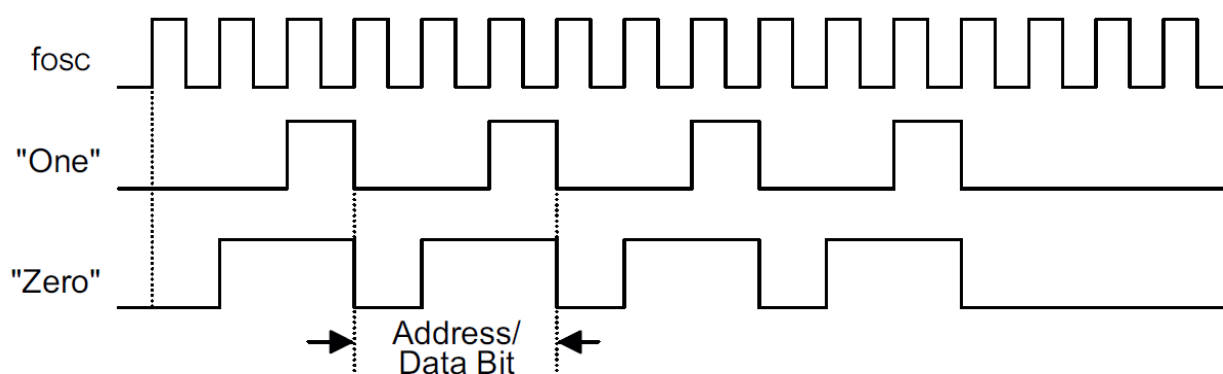
Ohišje samo deluje kot IR filter, ki najbolje prepušča svetlobo valovne dolžine okrog 950 nanometrov. Da pa nebi prihajalo do motenj zaradi naključnih signalov, ima v predojačevalniku še pasovno prepustno sito, integrator, in avtomatski nadzor ojačanja. Na izhodu ima demodulator in tranzistor v orientaciji s skupnim emitorjem.

Pasovno sito ima centralno frekvenco 33 kHz in mejo -3dB pri 95% in 105% centralne frekvence. Moduliran signal našega oddajnika, pri prenosu oscilira z 32.786 kHz, kar znaša 99% centralne frekvence, zato modul sprejema signal praktično pri centralni frekvenci.

Proizvajalec za dobro rekonstrukcijo moduliranega signala priporoča najkrajšo dolžino vlaka svetlobnih impulzov, ki naj jih modul sprejme naenkrat. Ta naj bi bila več kot 10 pulzov naenkrat. Nakar mora slediti najmanj za 14 impulzov dolg premor. Tako lahko tako izračunamo največjo frekvenco pri kateri lahko kodirnik in dekodirnik delujeta.

Iz data sheeta kodirnika, je razvidno, da je bit , ki predstavlja logično ničlo, najdaljši, in ima najkrajšo pavzo oz. da je duty/cycle največji (slika 5). Pavza traja eno periodo ure kodirnika. Se pravi, da mora biti razmerje med frekvenco oscilatorja, ki generira impulze, in frekvenco ure kodirnika, v sprejemniku, najmanj 14. To pomeni, da je lahko frekvenca ure kodirnika največ 2,341 kHz.

IR modul na svojem izhodu signal ponovno invertira. Zato je treba pred povezavo z dekodirnikom, umestiti še en inverter.



Slika 5

Oblika signala posameznega bita na izhodu kodirnika. Signal **fosc** je signal ure, signal **"One"** je signal postavljenega bita, signal **"Zero"** pa je signal nepostavljenega bita. Najkrajši premor v eni periodi ima signal nepostavljenega bita.

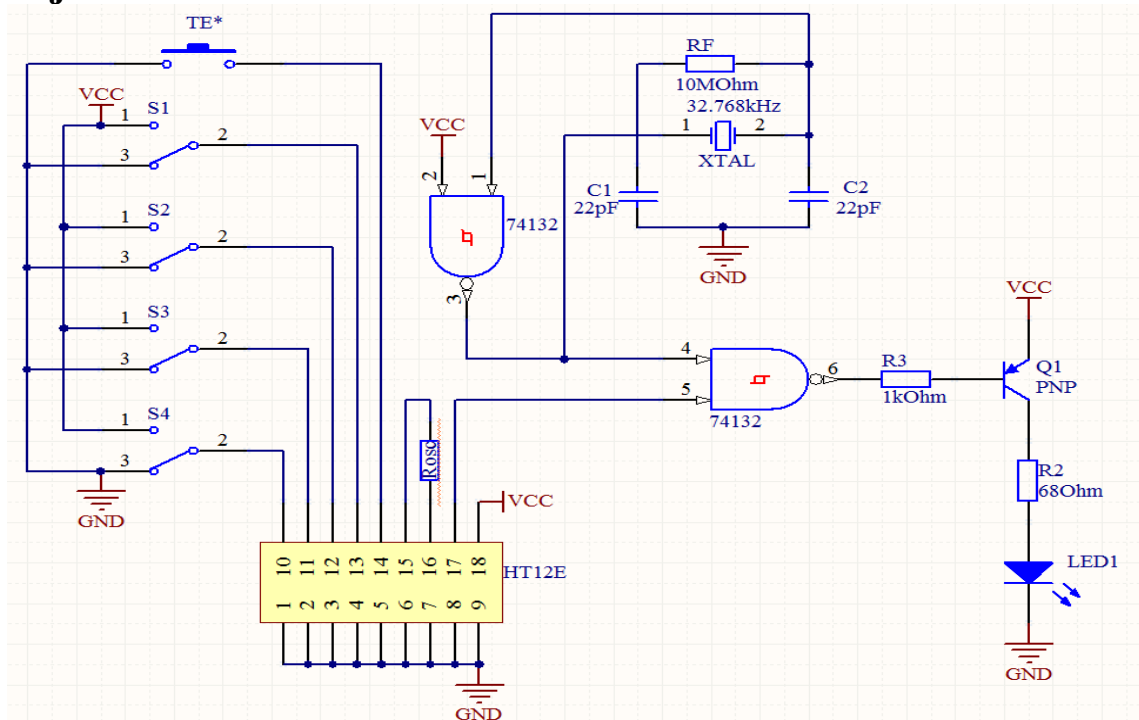
2.2.2 Dekodirnik

Dekodirnik je dualen kodirniku, to je čip HT12D istega proizvajalca.

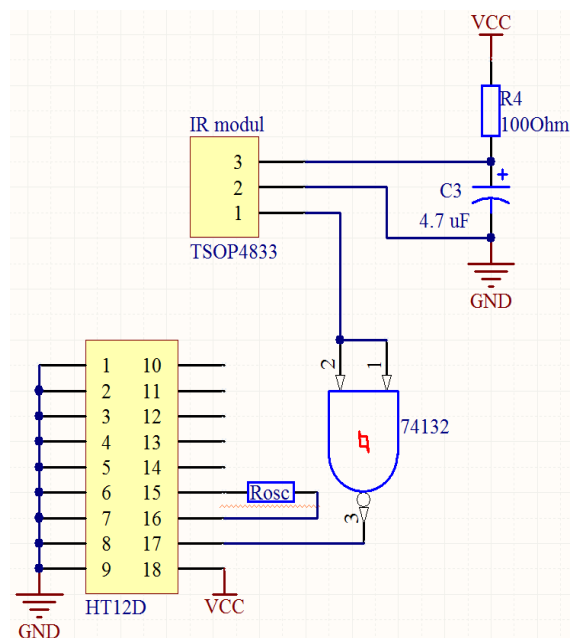
Naslovne vhode je potreba nastaviti enako kot pri kodirniku. Proizvajalec za verno obnovitev signala priporoča vsaj petdesetkrat višjo frekvenco ure, kot pri kodirniku. Iz inverterja, ki invertira signal iz IR modula, naredimo povezavo na podatkovni vhod. Poleg tega ima dekodirnik tudi izhod, ki se postavi v nizko logično stanje, če prenos ni uspel. Na podatkovne izhode priključujemo naprej naprave, s katerimi želimo daljinsko upravljati (stikala, releje, druga vezja,...).

3. Shemi

Oddajnik



Sprejemnik



4. Viri

<http://en.wikipedia.org>

<http://www.ti.com/>

<http://www.holtek.com/English/default.htm>

<http://www.vishay.com/>