

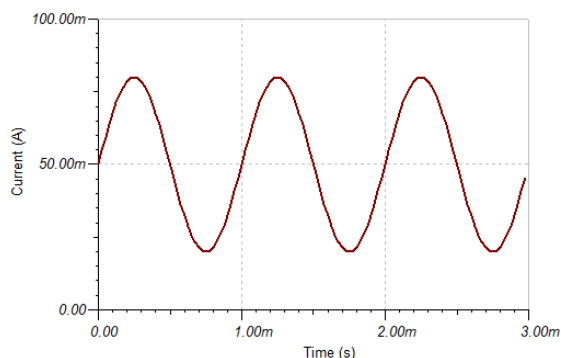
Sledenje amplitudi signala znane frekvence in faze – svetlobna vrata

Drug nasproti drugemu postavimo vir in detektor svetlobe, slika 1. Pri taki postavitvi detektor zazna svetlobo takrat, ko med virom in detektorjem ni ovire, oziroma jo zaradi ovire ne zazna. Tako postavitev imenujemo svetlobna vrata, uporabljamo jo za detekcijo prehodov oseb ali vozil, za detekcijo ovir na vratih dvigal, za merjenje prosojnosti materialov med virom in detektorjem, ...

Slika 1: Svetlobna vrata

Pri svetlobnih vratih moramo poskrbeti, da detektor zaznava le svetlobo z vira in ne tudi morebitne okoliške svetlobe, ki bi motila zaznavanje. To lahko storimo z natančnim usmerjanjem detektorja proti viru, kar pa marsikdaj ni izvedljivo. Takrat poskrbimo, da detektor prepozna samo svetlobo, ki jo oddaja vir in je imun na morebitno motilno svetlobo, ki prihaja iz okolice. Morda bi lahko detektor priredili za določeno barvo svetlobe, ki jo oddaja vir. Enostavneje pa bo modificirati vir tako, da svetloba z njega utripa z znano frekvenco, detektor svetlobe pa s pomočjo sinhronne demodulacije zaznava le svetlobo, ki utripa z isto frekvenco in ima isto fazo, kot jo ima oddajana svetloba. Utripanje lahko dosežemo tako, da za vir uporabimo LED diodo, ki jo napajamo s pulzirajočim tokom. Včasih to ni mogoče, takrat lahko ob vir vstavimo hitro vrteči se disk z luknjami, ki svetlobo z vira »razseka«; ko je na vrsti luknja, detektor vidi svetlobo, preostali čas pa ne. Frekvenco utripanja določa hitrost vrtenja diska in število lukenj.

Za naš eksperiment bomo uporabili LED diodo, ki jo bomo napajali s tokom, katerega velikost se spreminja po sinusu, slika 2, s frekvenco približno 1 kHz. Na gonilniku (besedilo v dodatku) za LED diodo bomo nastavili povprečno vrednost toka I_{off} s trimerjem P27, na funkcijskem generatorju pa amplitudo sinusne komponente signala. Postavitev oddajnega dela eksperimenta je na sliki 3.

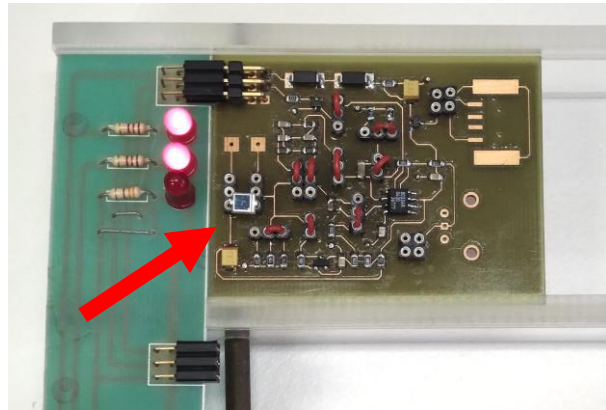


Slika 2: Tok skozi LED diodo



Slika 3: Postavitev generatorja, gonilnika in LED diode

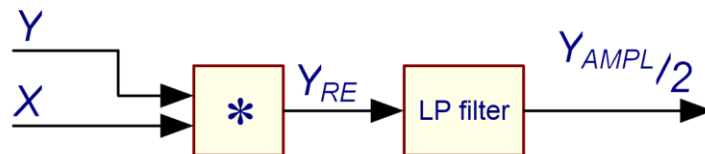
Za detekcijo svetlobe bomo uporabili fotodiodo za vidno svetlobo BP104 (puščica) z ojačevalnikom (besedilo v dodatku), slika 4. Razdalja med virom svetlobe in detektorjem je lahko večja, do 10 m.



Slika 4: Fotodioda z ojačevalnikom

Za začetek postavimo tak eksperiment in se z osciloskopom prepričajmo, da detektor vidi svetlobo oddajnika in da je ta svetloba sinusne oblike.

Za detekcijo amplitude signala s fotodiode lahko uporabimo standardno shemo za sinhrono demodulacijo signala Y , katerega frekvenca in faza sta dani z referenčnim signalom X . Bločna shema sistema za tako demodulacijo je na sliki 5.



Slika 5: Bločna shema za sinhrono demodulacijo; točno je znana frekvenca in faza opazovanega signala

Signala X in Y sta podana z:

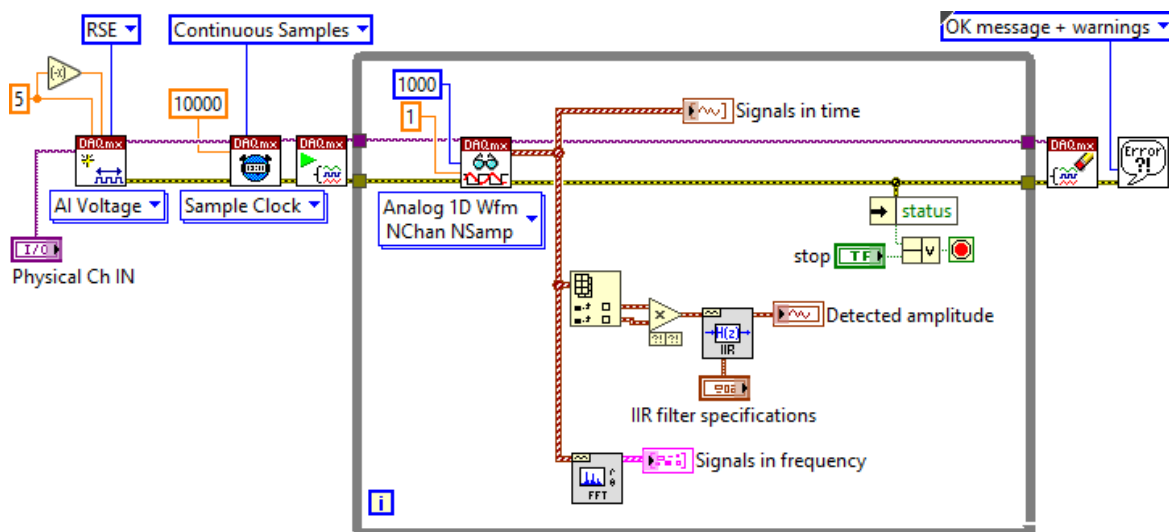
$$X = A_x \cdot \sin(2\pi ft) \quad \text{ter} \quad Y = A_y \sin(2\pi ft)$$

Po množenju dobimo:

$$X \cdot Y = \frac{A_x A_y}{2} [1 - \cos(2 \cdot 2\pi ft)]$$

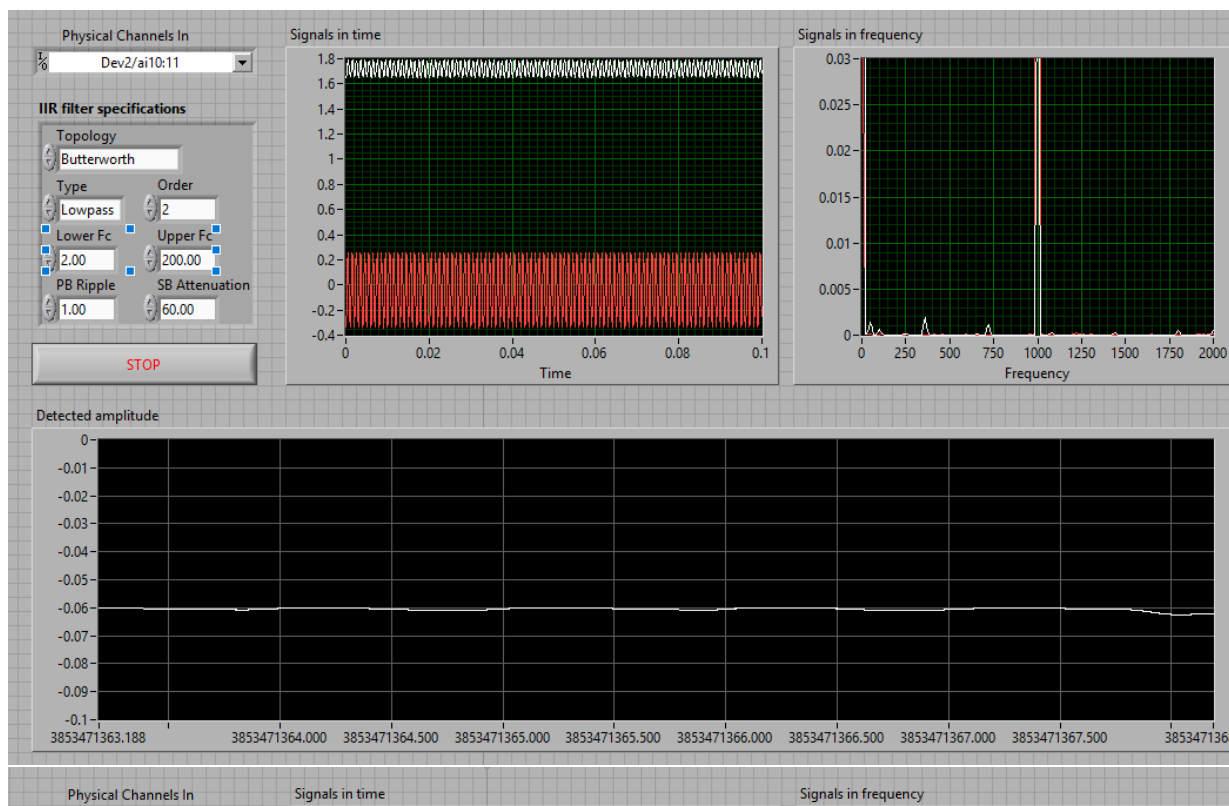
Z nizkoprepustnim filtrom odstranimo komponento z dvojno frekvenco, preostane le informacija o amplitudi opazovanega signala Y (ob predpostavki, da je signal X za vzbujanje LED diode vseskozi enako velik).

Za tako detekcijo torej potrebujemo signal s fotodiode Y in referenčni signal X s funkcijskega generatorja. Oba hkrati lahko zajemamo z vmesnikom NI USB6211 in uporabimo predlogo Labview za zajemanje na dveh kanalih hkrati, slika 6. Če postavimo, da bo frekvenca utripanja LED približno 1000



Slika 6: Zgled programa za detekcijo amplitude signala znane frekvence in faze

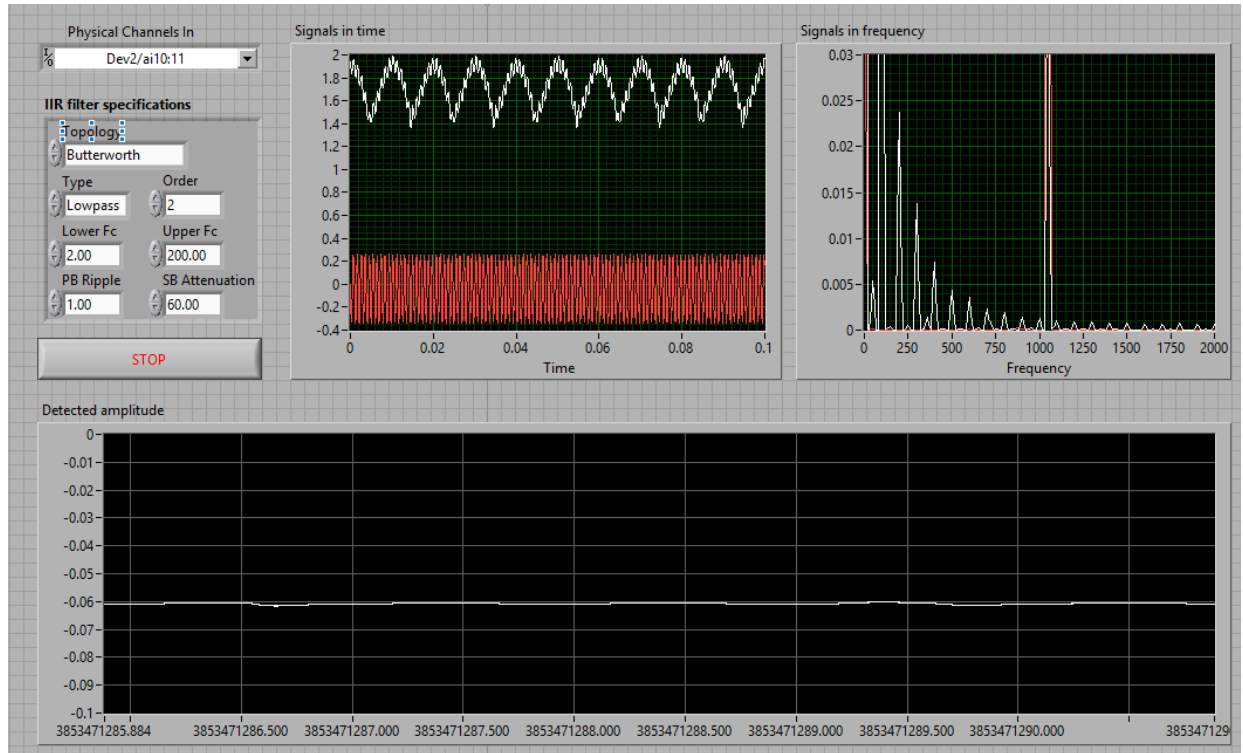
Hz, moramo po Nyquistu tak signal vzorčiti vsaj s frekvenco 2000 Hz. Ker pa bomo pri sinhroni detekciji dva signala s to frekvenco množili, bo produkt vseboval tudi komponento pri 2 kHz. Zato bi morali po Nyquistu vzorčiti z okoli 5 kHz. V priloženem zgledu programa smo se odločili za 10 kHz, kar vmesnik in računalnik brez težav opravita. Na sliki 7 je še predlog za uporabniški vmesnik programa s slike 6.



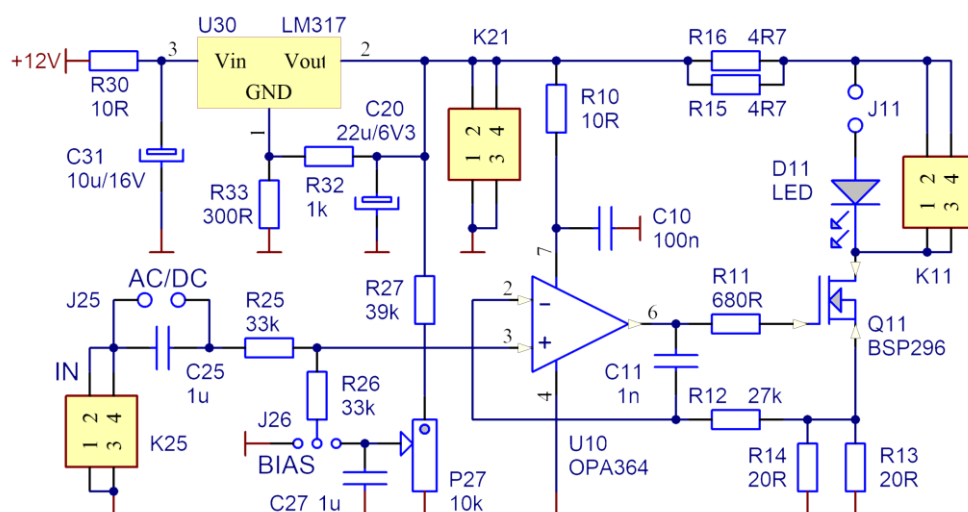
V zgornjem levem diagramu je prikazan časovni potek signala s fotodiode, v zgornjem desnem pa frekvenčni spekter istega. V spodnjem diagramu je sproti risana amplituda signala s fotodiode pri frekvenci f .

Sinhrona demodulacija po sliki 5 je imuna na motnje, katerih frekvence ni f . Za izločanje motenj je treba izbrati majhno prelomno frekvenco IIR filtra s slike 6. Na sliki 7 je zgled uporabniškega vmesnika v primeru velikih motenj, ki jih naredi na primer vklopljena neonska razsvetljava na stropu učilnice. Ob primerno izbrani frekvenci f (ki ne sme biti enaka nobeni od harmonskih komponent, ki so zastopane v motnji) in majhni prelomni frekvenci IIR filtra je detektirana amplituda neodvisna od motenj. Paziti je treba samo, da vhodni signal ne prekrmlji ojačevalnika za fotodiodo ali vhoda v NI USB6211.

Sledenje amplitudi signala znane frekvence in faze – svetlobna vrata



Slika 7: Zgled uporabniškega vmesnika za program s slike 6

Dodatek: gonilnik za LED diodo

Slika 8: Elektronska shema vezja z LED diodo

Gonilnik za LED diodo je izdelan v obliki tiskanega vezja dimenzij 50 mm x 50 mm. Napajalna napetost za modul je standardnih 12 V. Na plošči tiskanega vezja je napetostni regulator U30, ki napajalno napetost zmanjša na +5 V. Operacijski ojačevalnik U10 je vezan kot tokovni generator, ki jemlje tok skozi »drain« priključek tranzistorja Q11. Ta tok teče skozi LED diodo D11, ki je zaspajkana na tiskano vezje.

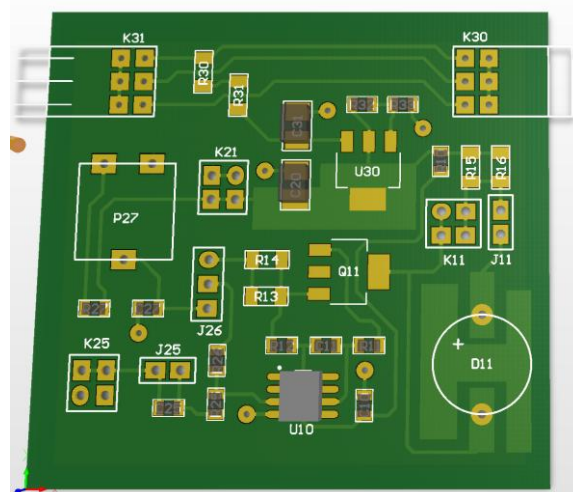
Tok skozi LED diodo je enak:

$$I_{LED} = \frac{x_{U10/3}}{R_{14} \parallel R_{13}}$$

Pri tem je $x_{U10/3}$ napetost na nožici 3 operacijskega ojačevalnika U10, $R_{14} \parallel R_{13}$ pa sta vzporedno vezana upornika. Napetost 1V na tej nožici torej povzroči tok 100 mA skozi LED diodo.

Na nožico 3 operacijskega ojačevalnika pripeljemo signal z vhodnega priključka K25; če jahač J25 ni vstavljen, pripeljemo le izmenično komponento tega signala, sicer pa komplet signal. Če jahač J25 ni vstavljen, lahko konstantni del toka skozi LED diodo nastavimo s trimmerjem P27, a mora biti jahač J26 vstavljen med srednji in desni priključek.

Na sliki 9 je shema tiskanega vezja za gonilnik LED diode.



Slika 9: Tiskano vezje po shemi na sliki 8

