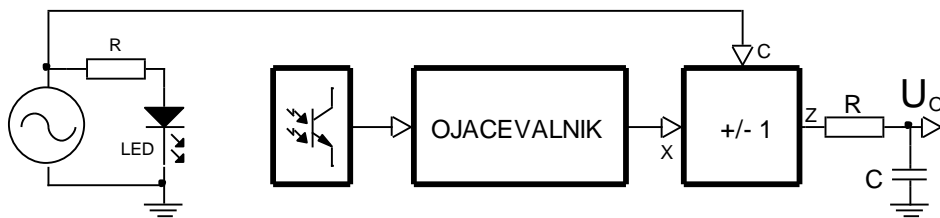


## Fazna detekcija (lock-in detekcija) I.

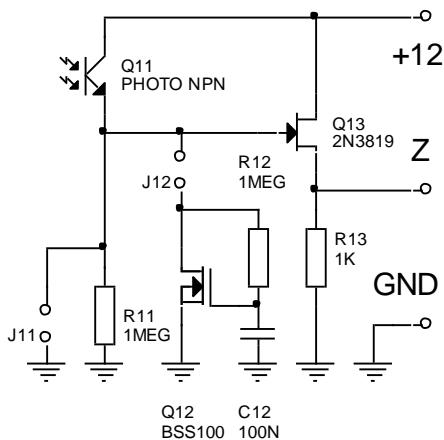
Pogosto želimo opazovati amplitudo ali fazo signala z znano frekvenco, pa nas moti množica motilnih signalov. Nekateri motilnih signalov so lahko posledica neidealnega ojačevalnega sistema (ofsetne napetosti, lezenja, šum vhodnih stopenj), drugi spet so sestavni del merjene vrednosti (npr. merjenje šibkega svetlobnega vira ob prisotnosti dnevne svetlobe, ...). Kako narediti merilni sistem, ki bo iz množice neželenih in motečih signalov izločil le koristnega?

Zelo uporabna je takoimenovana fazna detekcija (lock-in tehnika) signala. Tu senzor vzbujamo s signalom znane frekvence in faze, zato je iskani električni signal s sensorja iste frekvence, ki se mu pod vplivom merjene fizikalne veličine spreminja amplituda ali faza. Merilni sistem torej frekvenco opazovanega signala pozna. Z matematiko se da pokazati, da je izhodna napetost merilnega sistema s fazno detekcijo odvisna le od amplitude in faze tistega signala, ki ima enako frekvenco kot signal, s katerim vzbujamo senzor (Pri naši vaji je izhodni signal delno odvisen tudi od signala s trikratno, petkratno, sedemkratno... frekvenco. Pokaži zakaj!)

Blokovna shema merilnega sistema je na sliki 1. Z njim bomo ob prisotnosti dnevne svetlobe in motilne svetlobe z žarnic izmerili odvisnost svetilnosti LE diode od kota zasuka. LED poganjamo z izmenično napetostjo sinusne oblike. Enosmerno prednapetost funkcijskega generatorja izberemo tako, da je napetost na diodi ves čas



Slika 1: Blokovna shema merilnega sistema



Slika 2: Vezava fototranzistorja

pozitivna. Tako tudi senzor (fototranzistor) zaznava svetlobni signal sinusne oblike iste frekvence, poleg tega pa še množico motilnih signalov (dnevna svetloba, svetloba neonskih luči in žarnic z nitko...).

Signal s fototranzistorja, shema vezja s fototranzistorjem je na sliki 2, vodimo preko kondenzatorja na ojačevalnik. Kondenzator izloči enosmerno komponento signala (stalna dnevna svetloba), ostane le še izmenična komponenta. Ta je sestavljena iz iskanega signala in množice motilnih.

#### 4.9 Fazna detekcija (lock-in detekcija) I.

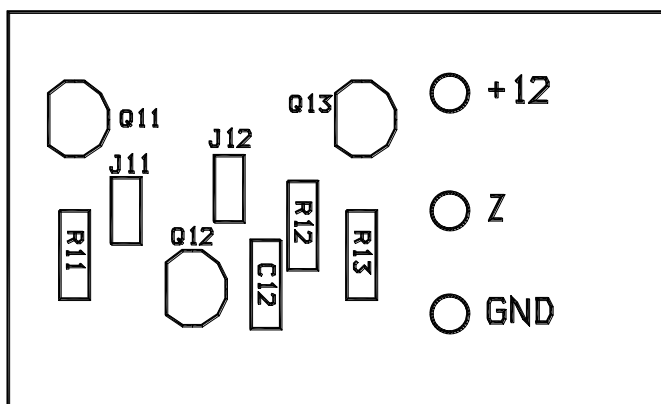
Časovna konstanta  $C \times R_{IN}$  ( $R_{IN}$  je vhodna upornost ojačevalne stopnje) naj bo izbrana tako, da vezje dobro prepušča signale s frekvenco nad 1000Hz, signale s frekvenco 100Hz pa že duši ( $\tau=1.6\text{ms}$ ). Zaradi tako izbrane časovne konstante se faza opazovanega signala ( $f=1000\text{Hz}$ ) le malo zasuka. Naslednja stopnja (+/- ojačevalnik) v primernih trenutkih obrne predznak ojačenega signala, ki ga potem še povprečimo preko večjega števila period v zadnji stopnji (vsaj 100 period, Časovna konstanta RC filtra naj bo torej vsaj 100ms).

Naloga: Izberi primerna ojačanja v posameznih stopnjah tako, da signal na izhodu posamezne stopnje ne prekrmlji operacijskega ojačevalnika. Opazuj, kako vezje  $\pm 1$  skupaj s povprečevalnikom izloči motilne signale.

Zanima nas samo amplituda signala s frekvenco 1000Hz, s katero tudi vzbujamo LED. Seveda želimo čim večjo občutljivost za svetlobo, torej čim večje ojačanje, pri katerem bodo motilni signali še zadovoljivo izločeni. Vezje  $\pm 1$  skupaj s povprečevalnikom izloči signale drugih frekvenc. To lahko stori le, če električni signal v našem vezju ne prekrmlji posameznih stopenj. Ojačanje v posameznih stopnjah izberemo tako, da z osciloskopom opazujemo izhodno napetost stopnje in ojačanje povečujemo, dokler ne pride do prekrmljenja. Nato ojačanje malo zmanjšamo.

Naloga: Poženi merilnik in nariši odvisnost svetilnosti od kota zasuka LE diode.

Z lock-in tehniko lahko izločimo in opazujemo signal pri izbrani frekvenci, čeprav je prekrit z množico motilnih signalov.



Slika 3: Razpored elementov na ploščici tiskanega vezja za fototranzistor



