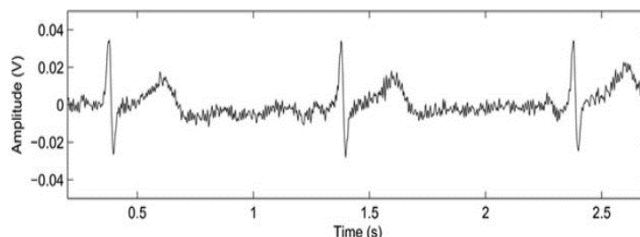


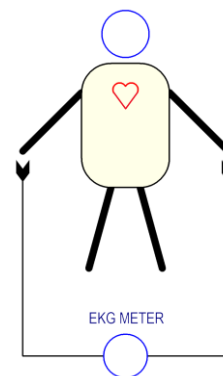
Merjenje EKG

Elektrokardiogram (EKG, slika 1) skriva informacije o delovanju srca, ki jih znajo kvalitetno ovrednotiti zdravniki kardiologi. Pri našem eksperimentu bomo opazovali električno aktivnost srca s sredstvi, ki so v laboratoriju na razpolago, vrednotenje delovanja srca pa bomo prepustili strokovnjakom.



Slika 1: EKG signal, zgled (vir: internet)

EKG signal strokovnjaki odjemajo s človekovega telesa s pomočjo električnih sond na več mestih prsnega koša. Pri tem se mora opazovana oseba bolj ali manj umiriti zato, da električna aktivnost mišic v telesu ne moti električnih signalov srca. Pri našem poskusu se bomo zadovoljili z poenostavljenim odjemom, uporabili bomo samo dve sondi. Verjeli bomo, da je srce v sredini človekovega telesa nekako na pol poti med dlanema obeh rok, torej električni signal, ki ga odjemamo med obema dlanema (slika 2), predstavlja električno aktivnost srca. Ta signal ni nikjer ozemljen, je torej plavajoč glede na ozemljitev. Lahko bi ga ovrednotili z baterijskim ročnim volt-metrom, ki prav tako nima priključka za ozemljitev; žal tak inštrument ne pokaže časovnega poteka signala, ampak le njegovo povprečno vrednost. Ima tudi omejene možnosti glede obdelave in prikazovanja oblike signala. Zato bomo raje uporabili vmesnik NI USB-6211 in računalnik s programom Labview, ki take možnosti ponujajo.



Slika 2: Poenostavljen odjem signala z dlani

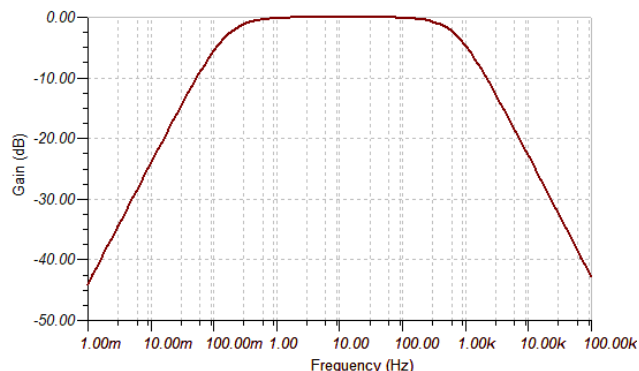
Računalnik z vmesnikom je ozemljen in v osnovi odjema signale z virov, ki imajo en priključek ozemljen. To je v terminologiji Labview »Referenced Single Ended« oblika odjema. Signal EKG, ki ga tokrat opazujemo, nima ozemljitvenega priključka in je diferencialen (opazujemo razliko dveh potencialov, noben od njiju ne ozemljen). Zato moramo vmesnik o tem poučiti tako, da zanj izberemo diferencialni način delovanja (»differential«). Tudi pri takem načinu je treba poskrbeti, da potenciala na vhodnih priključkih v merilni inštrument (NI vmesnik) ne prekoračita merilnega območja, ki za NI USB-6211 znaša +/- 10 V. Ne moremo namreč pričakovati, da bo merilnik pravilno izračunal razliko med priključenima potencialoma +50,2 V in 50,1 V, ki znaša 0,1 V. Merilnik zmore pravilno računanje razlike le za vhodne potenciala, ki segajo kvečjemu od -10 V do + 10 V, brez trajne škode pa prenese vhodne potenciala od -20 V do + 20 V.

Odjem signala s kože predstavlja dodaten problem. Na koži je namreč vedno precej nečistoč, ki pri stiku s kovino odjemne sonde tvorijo baterijo. Napetost takih baterij je majhna, a majhen je tudi EKG signal (na sliki 1 ob kvalitetnem odjemu do 50 mV_{pp}). Poleg tega se napetost take baterije spreminja s kvaliteto kontakta med kožo in sondo ter torej dinamično spreminja odjeti signal. Na srečo je spreminjanje napetosti take baterije počasno v primerjavi z EKG signalom.



Slika 3: BP filter prvega reda

Navedeno v zgornjih dveh odstavkih omogoča vključitev visoko-prepustnega (HP filtra) filtra s pasivnimi elementi med sondo in vmesnik. Tak filter ne prepušča počasnih baterijskih signalov, prepušča pa hitrejše EKG signale. Žal na EKG signal vplivajo tudi motnje iz okolice, ki pa na srečo hitrejše od EKG signalov, zato naj bo ta filter pravzaprav pasovno-prepustni filter (BP filter). Zaduši naj signale s frekvenco pod 1 Hz (tam so signali kemijskih baterij ter statični potenciali, ki morebiti presegajo meje ± 10 V) in signale nad nekaj 100 Hz (tam so motnje večjih frekvenc, dušenje v tem območju tudi zadošča Nyquistovemu kriteriju). Med sondo in vmesnik zato vstavimo filter po sliki 3, enostaven BP filter prvega reda. Njegova frekvenčna karakteristika je na sliki 4. Kakovost odjemanega signala povečamo še tako, da opazovano osebo na videz »ozemljimo«; sedi naj na kovinski podlagi, ki je povezana z GND priključkom NI vmesnika. Opazovana oseba naj bo med poskusom čim bolj sproščena in naj miruje.

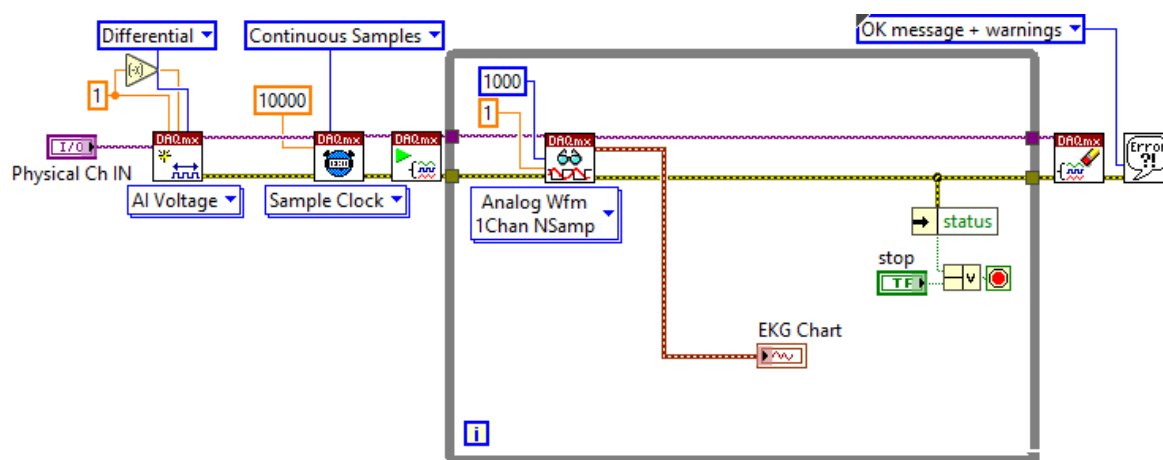


Slika 4: Amplitudna karakteristika uporabljenega BP filtra

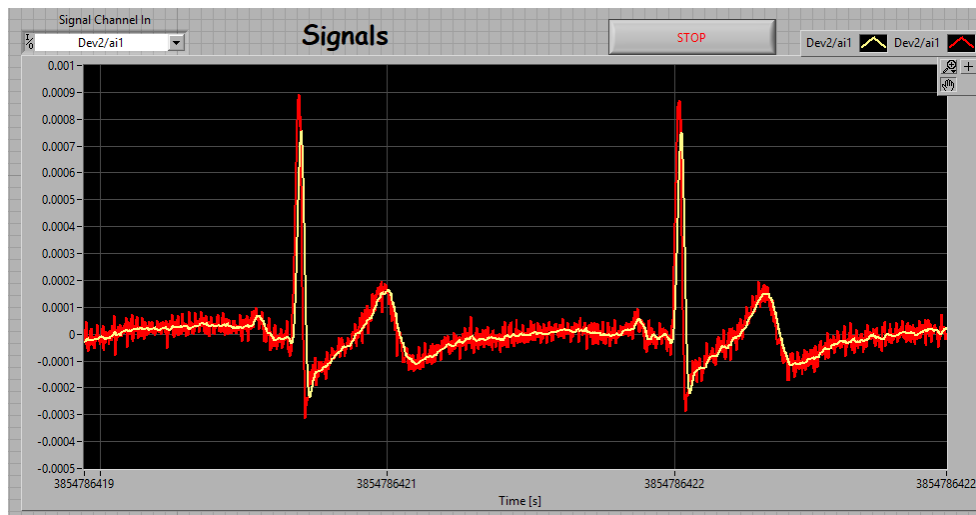
Program v okolju Labview

Zajemali bomo en sam signal v diferencialni obliki, izbrati in prilagoditi je treba frekvenco vzorčenja in občutljivost NI vmesnika.

- Opazovani EKG signal vsebuje frekvenčne komponente do nekaj kHz, zato lahko po Nyquistu izberemo frekvenco vzorčenja okoli 10 kHz, zadoščala pa bi tudi že manjša.
- Vhodni signal je majhen, zato lahko občutljivost NI vmesnika nastavimo na manjšo vrednost (na razpolago so ± 10 V, ± 5 V, ± 1 V in ± 0.2 V). Med eksperimentiranjem izberemo najboljšo možno.
- Uporabimo »differential« način opazovanja signala.
- Odločimo se za primerno pogosto prenašanje izmerkov na zaslon računalnika, paket po 1000 izmerkov se zdi za začetek kar primeren.
- Izmerke prikazujemo na zaslonu računalnika v »chart« obliki, kjer se prejšnji izmerki v levo odmikajo pravkar prispelim.



Slika 5: Zgled za Labview program



Slika 5: Zgled za pripadajoči uporabniški vmesnik, dva načina filtriranja

Ekspiriment zdaj dopuŒa, da se poigramo z razliĸnimi tipi filtrov in nastavitvami prelomnih frekvenc. Filtre vstavimo v povezavo med prebiranjem izmerkov in »chart«, najraje pokaŒemo v istem »chartu« kar originalno in filtrirano verzijo tako, da bo mogoĸe opazovati efekt filtriranja. Seveda naj bodo parametri filtriranja nastavljivi preko uporabniŒkega vmesnika.