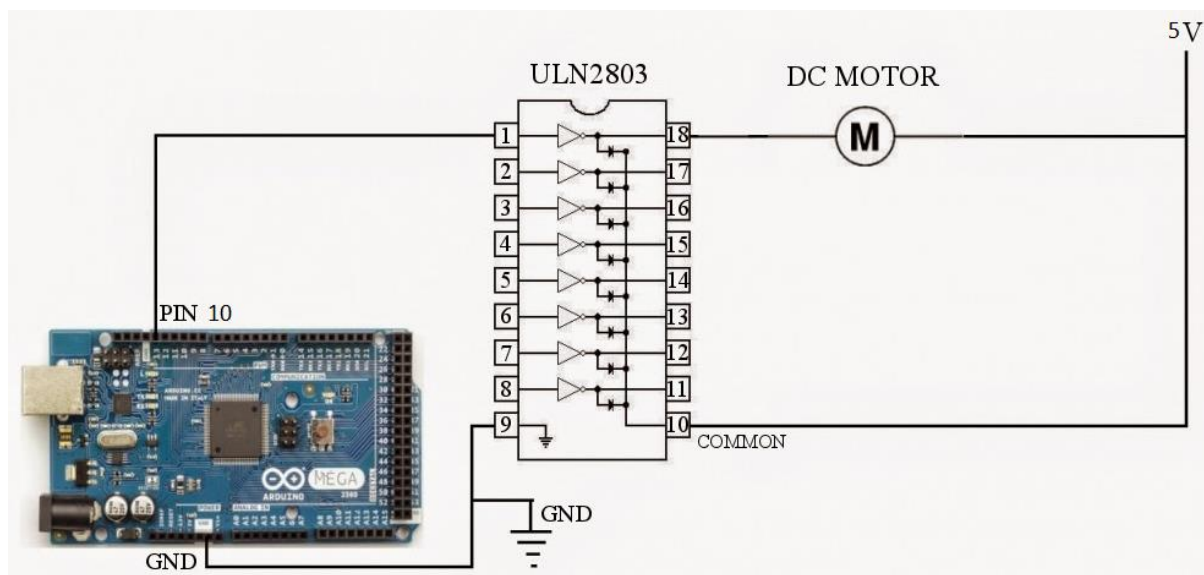


19. DC motor – mjerenje brzine, regulacija

ZADATAK 1. Spoji komponente prema shemi na slici (spoji još i potenciometar na A0):



5V se ne spaja na Arduino već na vanjski izvor!

Koristeći ulaz sa A0, generiraj prikladni PWM signal (podsetnik: `analogRead()`, `map()` i `analogWrite()`) na jednom od PWM pinova (pored naziva pina ima oznaku ~), time se radi kontrola brzine motora.

(promjenom širine impulsa mijenjamo prosječnu snagu na motoru)

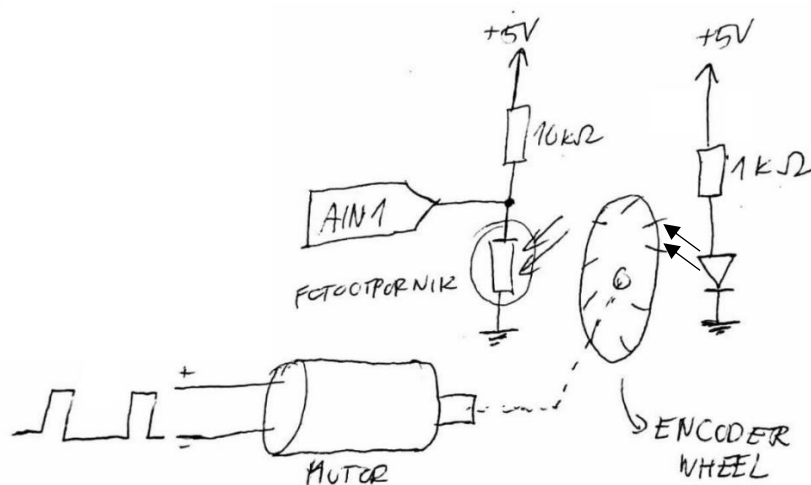
Programski strukturiraj kod tako da sve implementiraš koristeći funkcije.

Kako riješiti problem obrtanja smjera (npr. korisnik unosi smjer vrtnje i brzinu)?

ZADATAK 2. Kojom brzinom se motor vrti? Kako izvesti kontrolu tj. regulaciju brzine vrtnje (i pozicije)?

Odgovore na ta pitanja dobit ćemo u ovom zadatku.

Prilagodi sklop prema slici ispod



Koristimo nešto što se naziva **encoder wheel** i sklop koji se zove **opto interrupter** (u našem slučaju LED-fotootpornik). Po obliku *encoder wheela* može se zaključiti kako ćemo dobiti promjenjivi signal čija je frekvencija direktno ovisna frekvenciji vrtnje.

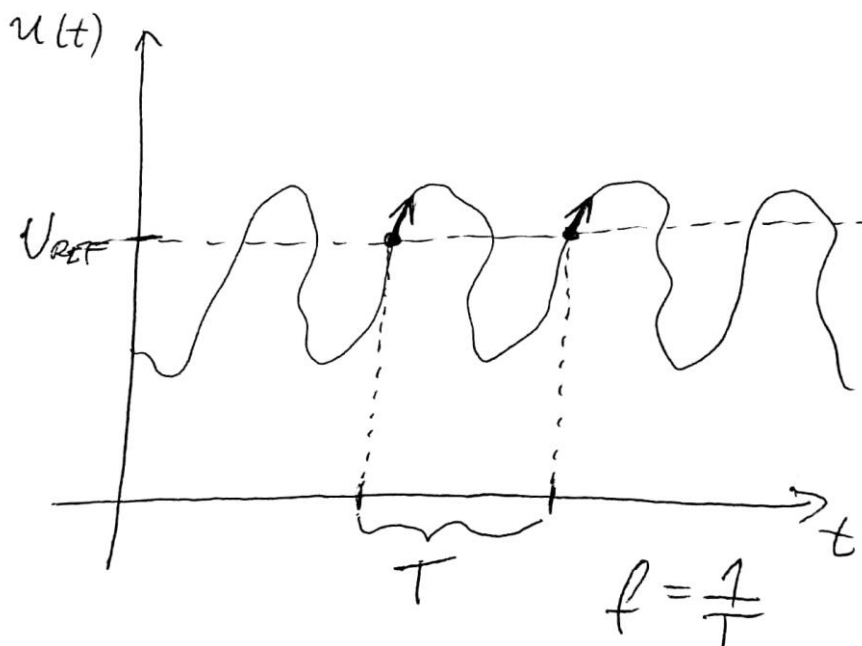
Stoga je cilj zadatka napisati program koji mjeri frekvenciju signala na analognom ulazu (tzv. **frequency counter**).

Iz te frekvencije možemo onda lagano izračunati brzinu vrtnje kotača.

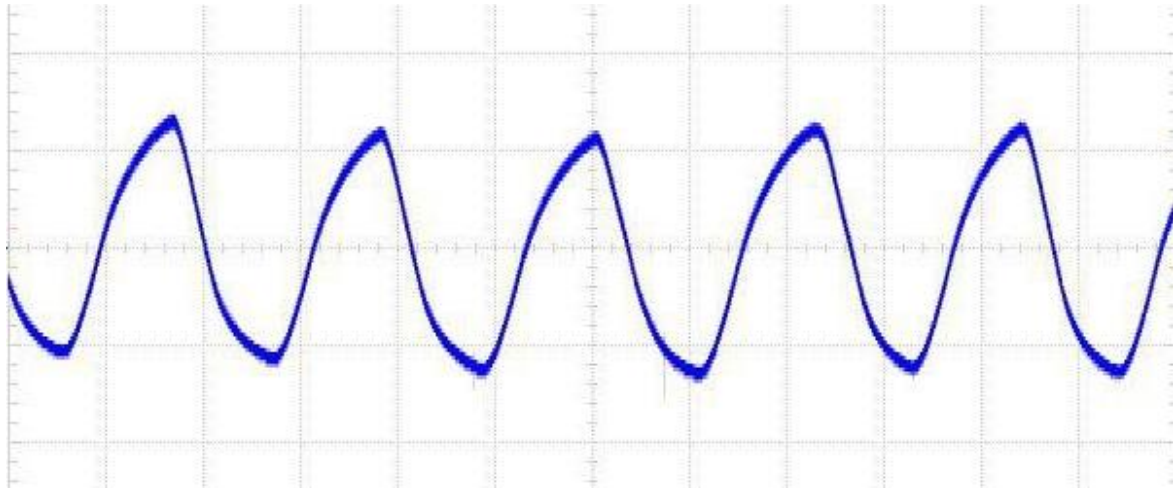
HINT: relativno lagan, ali i ne baš dobar način za izračunati frekvenciju je gledati kada signal prelazi neku referentnu vrijednost (npr. $\max/2$), i mjeriti vrijeme između dva trenutaka prolaska iznad te vrijednosti (vidi sliku ispod za ilustraciju) koristeći funkciju `micros()`. Primijeti da ova metoda funkcionira ako je signal „stabilan“ odnosno pomak cijelog signala u vremenu po y-osi je 0 (tj. maksimumi i minimumi signala ostaju konstantni). Kod nas to potencijalno može stvoriti problem jer svako pomicanje bilo koje od komponenti koja je ključna u generiranju signala (LED, fotootpornik, motor) pomiče tzv. **DC offset** signala, odnosno pomiče signal po y-osi.

Najbolji način za analizu tog problema, s ciljem da se nađe algoritam koji ga eliminira, zamisliti da je signal „čista“ sinusoida sa *offsetom* $C(t)$: $y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi) + C(t)$. U idealnom slučaju, $C(t)$ je funkcija konstantnog iznosa u vremenu. **

Na prvu bi se činilo da promjena C -a ne bi utjecala na mjerenje frekvencije prethodno navedenom metodom, no problem se javlja u načinu na koji dobivamo vrijednosti signala. Mi ne možemo odmah vidjeti cijeli signal već se on uzorkuje (**signal sampling**) nekom frekvencijom uzorkovanja (**sampling frequency**). Zamislimo da smo uzeli uzorak signala (očitali vrijednost) u trenutku kada je on poprimio vrijednost naše reference (U_{REF}) i da je taman tad došlo do promjene *offseta*, tj. promijenio se C . U tom slučaju, iduće pojavljivanje nećemo očitati nakon jednakog vremenskog intervala kao da se nije dogodila promjena *offseta*, što na kraju uzrokuje krivim očitanjem perioda signala.



Primjer stvarnog signala sa ovog sklopa je prikazan na slijedećoj slici:



Mala napomena; probaj motor držati što mirnije, tj. najbolje ga je učvrstiti nekako.

Signal prikazan na slici možda izgleda relativno „lijepo“ no realno će se bilo kakvim pomakom mijenjati tzv. *offset* signala (laički rečeno, signal će „plesati“ po y-osi, što će utjecati na mjerenje frekvencije prethodno navedenom metodom).

Bolji način, ali nešto složeniji, jest korištenje ADCSRA i ADCSRB registara za postavljanje *interrupt*-a kada signal pređe referentnu vrijednost (konfiguriramo tzv. komparator).

Ako ima vremena, riješi zadatak na taj način.

Primijeti da ni taj način nije imun na iznad naveden problem variranja *offseta* signala). No ovakva metoda jest najefikasnije i pošto su u praksi motori pričvršćeni za neku konstrukciju, do ovog problema ne bi dolazilo (i naravno cijelu sustav je općenito bolje izveden, u mehaničkom smislu). U praksi je i *opto interrupter* drugačije izveden.

Treća metoda, i definitivno najbolja ako se ne uspije namjestiti ADC *interrupt*, jest preko maksimuma autokorelacije signala (koeficijenti autokorelacije su definirani kao $R_{yy}(l) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} y(n)\bar{y}(n-l)$)

No takav algoritam je nešto složenije za efikasno implementirati pa se nećemo njime baviti.

Ovakva metoda za utvrđivanje „dominantne“ frekvencije signala (frekvencijske komponente najveće energije, tj. „najizraženija“ komponenta) je definitivno među boljima (među ostalim eliminira prethodno spomenuti problem variranja *offset*-a), ako sklopovsko rješenje, kao npr. ADC *interrupt*, nije moguće, a u nekim slučajevima (npr. veća preciznost) može se smatrati i najboljom.

****** amplituda sinusoide u realnom slučaju isto nije konstanta, tj. $A(t)$ se mijenja pomicanjem motora. No ovisno o značajnosti pomicanja, $A(t)$ će većinom raditi manje problema od $C(t)$.