



Applikasjonsnotat

Tittel: Kontroller grensefrekvens av transistorer ved hjelp av RC-Krets

Forfattere: Ole Sivert Aarhaug

Versjon: 2.0

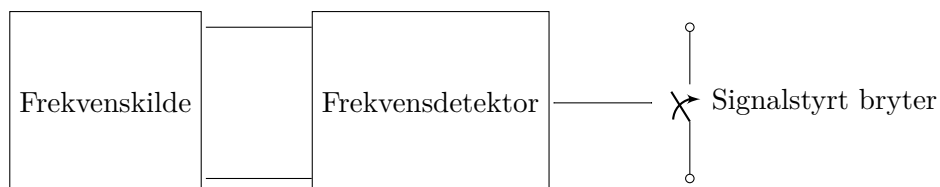
Dato: 09.05.2018

Innhold

1	Problemstilling	1
2	Prinsipiell løsning	1
3	Realisering og test	3
4	Konklusjon	4

1 Problemstilling

En typisk problemstilling er at man ønsker å regulere ett signal basert på ett frekvensstyrkt signal som vist i figur 1.

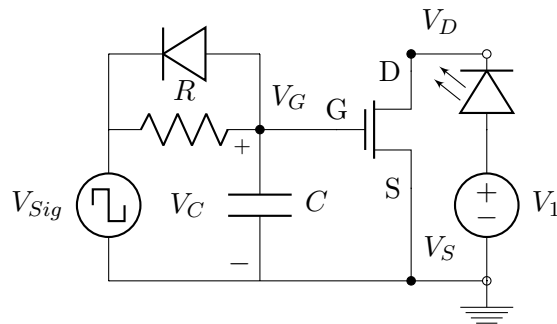


Figur 1: Illustrasjon av den generelle problemstillingen

Frekvenskilden her genererer ett firkantpuls signal som da skal regulere bryteren som vist i figur 1. Løsningen applikasjonsnotattet gir er bare en av mange mulige løsninger for problemstillingen.

2 Prinsipiell løsning

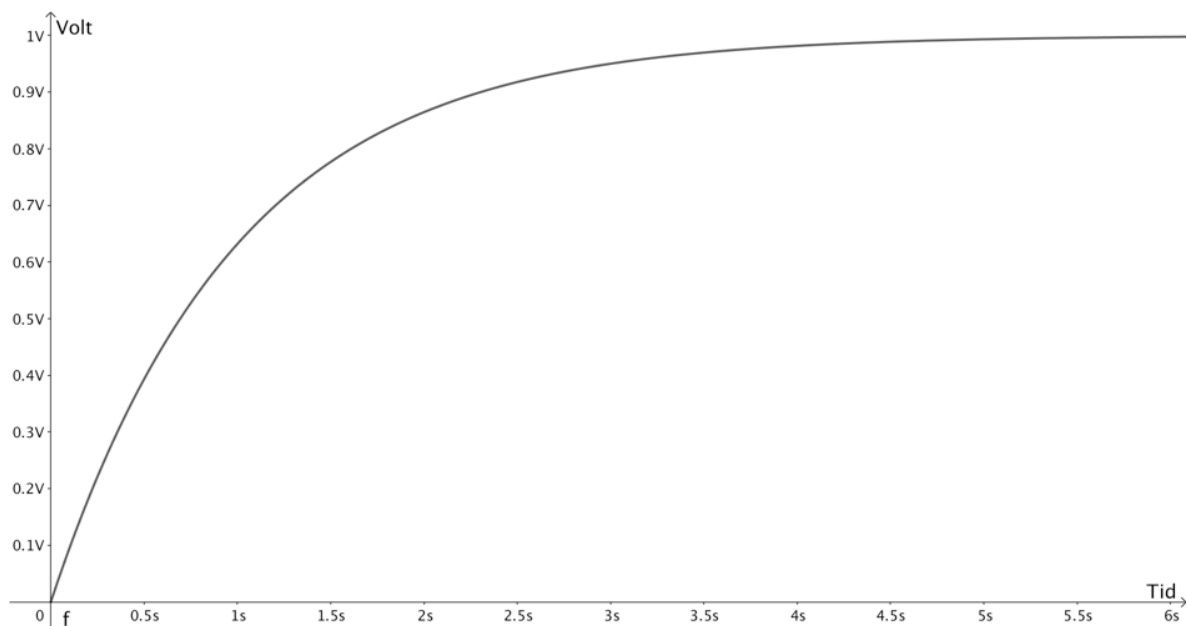
Nmos transistorer har en terskel spenning V_T som er gitt i produsentens datablad. Dette kan brukes i samsvar med en RC-krets for å regulere V_{DS} over transistoren slik at når frekvensen



Figur 2: Illustrasjon av den prinsipielle oppkoblingen

går over en gitt grense vil ikke terskelspenning være nådd over V_{GS} og dermed blir ikke transistoren slått på (se figur 2).

Kondensatoren C vil trekke strømmen ifra firkantpuls kilden og lades i henhold til hvordan en RC krets fungerer (se figur 3. Dioden over motstanden R vil hjelpe til å trekke strømmen ut ifra kondensatoren slik at den blir raskere utladd. Man kan dermed ved hjelp av formelen for oppladning av en kondensator (1) kontrollere kretsen som sett i ligning (2).



Figur 3: Eksempel på en RC krets oppladning for $V = 1$ $R = 1\Omega$ $C = 1F$

$$V_C = V * (1 - e^{-\frac{t}{R*C}}) \quad (1)$$

$$V_C = V_T * (1 - e^{-\frac{t}{R*C}}) \quad (2)$$

Verdien for t er allerede kjent siden det er tidsintervallet for halve perioden av firkant signal signalet. verdien for t kan dermed med ligning (3)

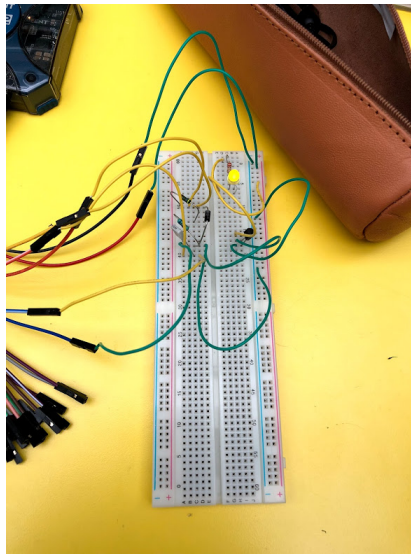
$$t = \frac{1}{f} \quad (3)$$

Led-dioden vil da begynne å lyse svakere desto nærmere frekvensen av inngangssignalet vårt nærmer seg f . Dette kommer av ett konsept kalt PWM (Pulse-Width Modulation) som slår av og på lyset raskere og raskere slik at menneskets øye oppfatter det som svakere lysstyrke. Dermed utifra en kjent terskelspenning V_T ifra transistoren, grensefrekvensen og kapasitansen på kondensatoren kan man enkelt utlede uttrykket for verdien av R .

$$R = \frac{\frac{t}{\ln\left(\frac{-V_T - V_C}{V_C}\right)}}{C} \quad (4)$$

3 Realisering og test

Kretsen illustrert i figur 2 ble koblet opp med en $C = 95,8nF$ keramisk kondensator, BS170 transistor med en terskelspenning på $V_T = 2,11V$. Firkant signalets er på $V_{Sig} = 3,00V$ Led pæren ble valgt til å være gul over en $V_1 = 4V$ spenningskilde. Firkantpuls singal frekvensen ble satt til $4,33KHz$, og kretsen ble realisert som vist i figur 4.



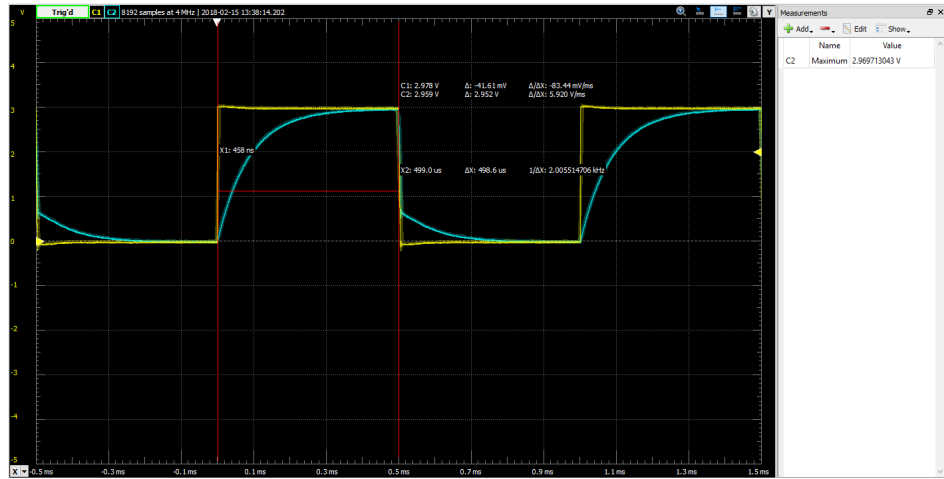
Figur 4: Kretsen som vist i figur 2 ved $1,00KHz$ interval

Verdien for R ble kalkulert 5 ved hjelp ligning 2 og 3 for RC-kretsen, blir som vist i formel 4.

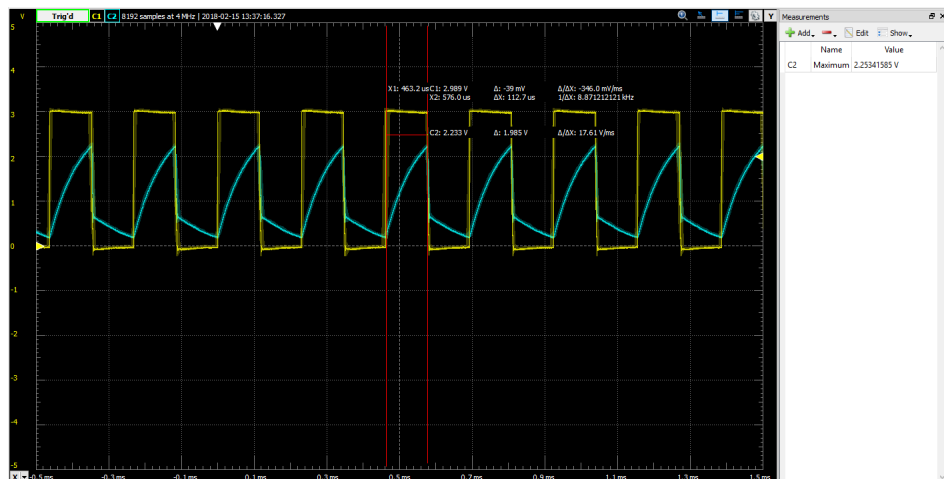
$$R = \frac{\frac{4,62 \cdot 10^{-4} s}{\ln\left(\frac{-2,11V - 3,00V}{3,00V}\right)}}{95,8nF} = 683\Omega \quad (5)$$

Når kretsen er koblet opp og oscilloskopet kobles til får vi resultater som er forventet. Figur

5 viser figuren i stadiet når led pæren lyser som i figur 4. Dermed viser figur 6 spenningen over kondensatoren når vi har nådd terskelspenningen.



Figur 5: Spenningen over gate i kresen vist i figur 3 ved $1,00\text{KHz}$ interval. Den maksimale spenningen over kondensatoren er $2,97\text{V}$ gitt i blått. Firkant er på 3V gitt i gult. Leden lyser her



Figur 6: Spenningen over gate i kresen ved $4,33\text{KHz}$ interval. Den maksimale spenningen over kondensatoren er $V_C = 2,25\text{V}$ i blått. Firkant er på 3V gitt i gult. Ledet lyser her ikke.

Utifra målingene med oscilloskopet på figur 6 er det ett avvik på $0,14\text{V}$ ved $4,33\text{KHz}$.

4 Konklusjon

Resultatet og avviket som kommer frem i figur 6 viser at den gitte prinsipielle løsningen fungerer godt i praksis, men da har noen ulemper iforhold til avvik fra den gitte terskelspenningen i databladet som kan forårsake avvik fra den teoretiske og realiserte løsningen. En mulig feilkilde her kan være usikkerheten i motstandsverdien i $R1$ og kapasitans verdien i $C1$. Opp mot høyere frekvenser led lyset bli utsatt for pwm switching som fører til at det blir

vanskeligere å se lyset og avgjøre om led lyset er på eller ikke. Kretsen fungerer fint i denne analoge kretser for dette bruksområdet, men er frarådet å bruke i systemer der man er avhengig av nøyaktighet på spenning. Siden det oppstår en viss usikkerhet om transistoren er av eller på, når man nærmer seg grenseverdien for frekvenssignalet som fører til uforventet oppførsel i dette området