

PULL-up Motstand

Pull-up motstander er svært vanlige når du bruker mikrokontrollere (MCUer) eller en hvilken som helst digital logikkenhet. Denne opplæringen vil forklare når og hvor du skal bruke pull-up motstander, så vil vi gjøre en enkel beregning for å vise hvorfor pull-ups er viktig.

Foreslått lesing

Begreper du bør være kjent med før du fortsetter:

1. [Hva er en krets?](#)
2. [Motstander](#)
3. [Spenning, strøm, motstand](#)
4. [Digital logikk](#)
5. Inngang/utgang

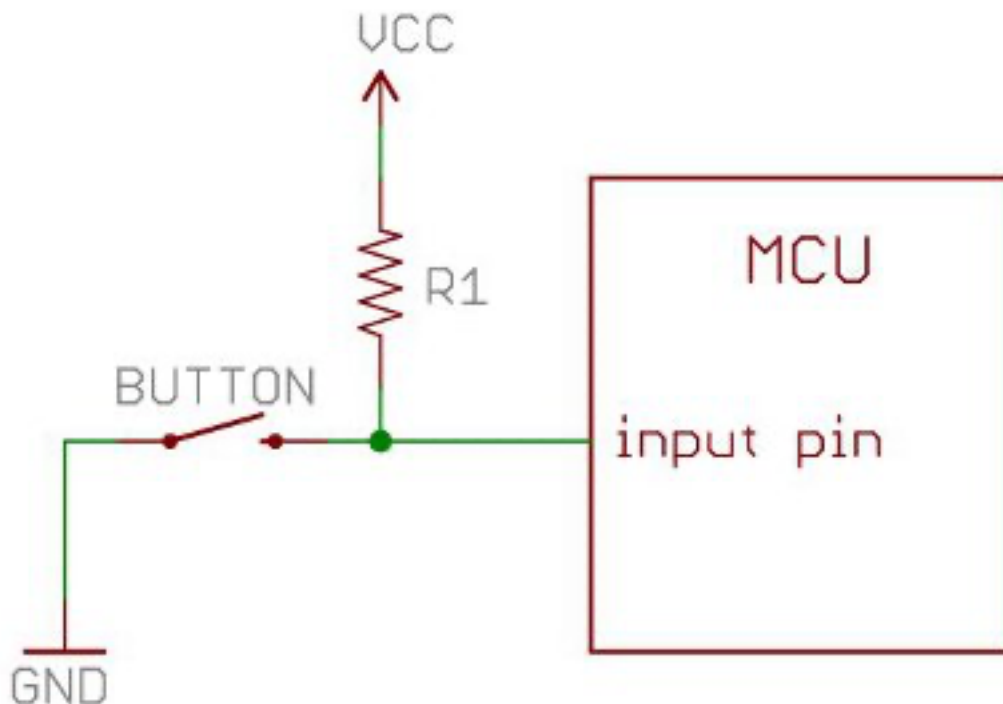
Hva er en pull-up motstand

La oss si at du har en MCU med en pinne konfigurert som en inngang. Hvis det ikke er noe koblet til pinnen og programmet leser tilstanden til pinnen, vil den være høy (trukket til VCC) eller lav (trukket til bakken)? Det er vanskelig å si. Dette fenomenet kalles *flytende*. For å forhindre denne ukjente tilstanden, vil en pull-up eller pull-down motstand sikre at pinnen er i enten høy eller lav tilstand, samtidig som den bruker en lav mengde strøm.

For enkelhets skyld vil vi fokusere på pull-ups siden de er vanligere enn pull-downs. De opererer ved hjelp av de samme konseptene, bortsett fra at pull-up-motstanden er koblet til høyspenningen (dette er vanligvis 3,3 V eller 5V og blir ofte referert til som VCC) og nedtrekksmotstanden er koblet til bakken.

Pull-ups brukes ofte med knapper og brytere.

PULL-up Motstand



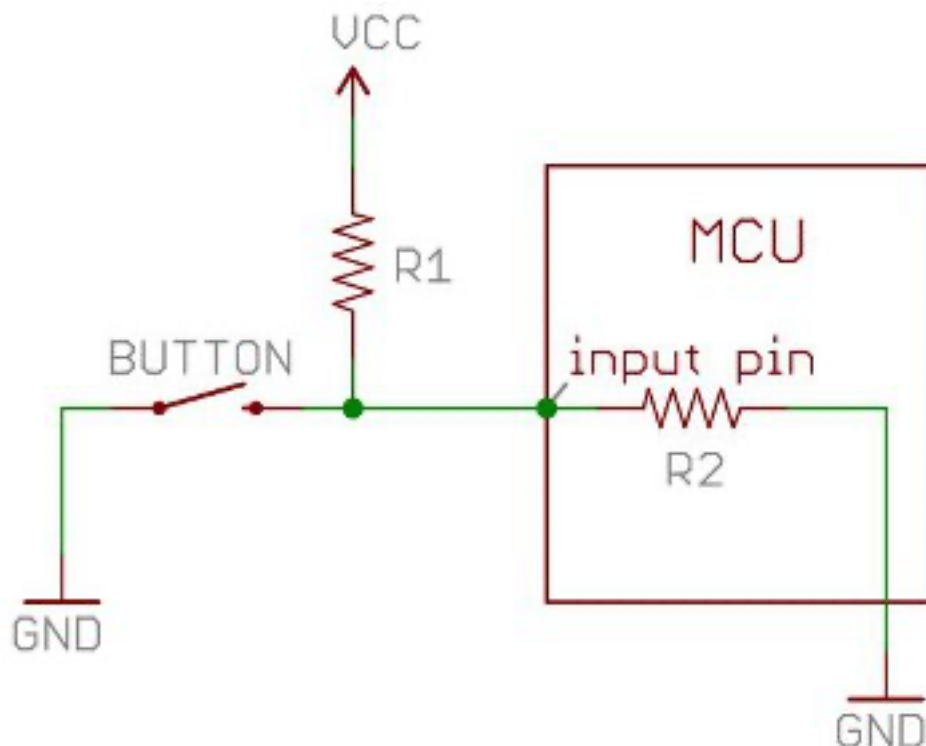
Med en pull-up motstand vil inngangspinnen lese en høy tilstand når knappen ikke trykkes. Med andre ord strømmer en liten mengde strøm mellom VCC og inngangspinnen (ikke til bakken), og dermed leses inngangspinnen nær VCC. Når du trykker på knappen, kobler den inngangspinnen direkte til bakken. Strømmen strømmer gjennom motstanden til bakken, og dermed leser inngangspinnen en lav tilstand. Husk at hvis motstanden ikke var der, ville knappen koble VCC til bakken, noe som er veldig dårlig og også kjent som en kort.

Så hvilken verdi motstand bør du velge?

Det korte og enkle svaret er at du vil ha en motstandsverdi i størrelsesorden 10k Ω for pull-up.

En lav motstandsverdi kalles en sterk pull-up (flere strømstrømmer), en høy motstandsverdi kalles en svak pull-up (mindre strømstrømmer).

PULL-up Motstand



Verdien av pull-up motstanden må velges for å tilfredsstille to forhold:

1. Når du trykker på knappen, trekkes inngangspinnen lavt. Verdien av motstand R1 kontrollerer hvor mye strøm du vil strømmen fra VCC, gjennom knappen og deretter til bakken.
2. Når du ikke trykker på knappen, trekkes inngangspinnen høyt. Verdien av pull-up motstanden styrer spenningen på inngangspinnen.

For betingelse 1 vil du ikke at motstandens verdi skal være for lav. Jo lavere motstand, jo mer strøm vil bli brukt når knappen trykkes. Du vil vanligvis ha en stor motstandsverdi (10k Ω), men du vil ikke at den skal være for stor til å være i konflikt med betingelse 2. En 4M Ω motstand kan fungere som en pull-up, men motstanden er så stor (eller svak) at den kanskje ikke gjør jobben sin 100% av tiden.

Den generelle regelen for betingelse 2 er å bruke en pull-up motstand (R1) som er en størrelsesorden (1/10th) mindre enn inngangsimpedansen (R2) på inngangspinnen. En inngangspinne på en mikrokontroller har en impedans som kan variere fra 100k-1M Ω . For denne diskusjonen er impedans bare en fancy måte å si motstand på og er representert av R2 på bildet ovenfor. Så når du ikke trykker på knappen, strømmen en veldig liten mengde strøm fra VCC til R1 og inn i inngangspinnen. Pull-up motstand R1 og inngangspinneimpedans R2 deler spenningen, og denne spenningen må være høy nok til at inngangspinnen kan lese en høy tilstand.

For eksempel, hvis du bruker en 1M Ω motstand for pull-up R1 og inngangspinnens impedans R2 er i størrelsesorden 1M Ω (danner en spenningsdeler), vil spenningen på inngangspinnen være rundt halvparten av VCC, og mikrokontrolleren registrerer kanskje ikke pinnen i høy tilstand. På et 5V-system, hva leser MCU på inngangspinnen hvis spenningen er 2,5 V? Er det høyt eller lavt? MCU vet ikke, og du kan lese enten høyt eller lavt. En motstand på 10k til 100k Ω for R1 bør unngå de fleste problemer.

PULL-up Motstand

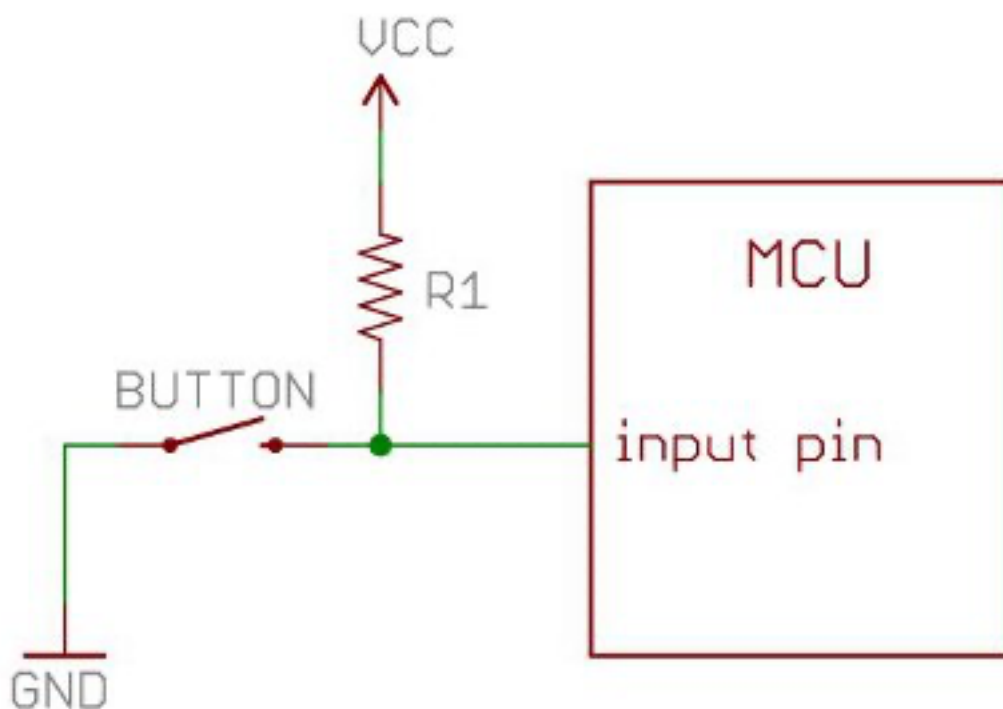
Siden pull-up motstander er så vanlig nødvendig, har mange MCUer, som ATmega328 mikrokontroller på Arduino-plattformen, interne pull-ups som kan aktiveres og deaktiveres. Hvis du vil aktivere interne pull-ups på en Arduino, kan du bruke følgende kodelinje i setup()-funksjonen:

```
COPY CODEpinMode(5, INPUT_PULLUP); // Enable internal pull-up resistor on pin 5
```

En annen ting å påpeke er at jo større motstanden for pull-up, jo langsommere er pinnen å reagere på spenningsendringer. Dette er fordi systemet som mater inngangspinnen i hovedsak er en kondensator kombinert med pull-up motstanden, og dermed danner et RC-filter, og RC-filtre tar litt tid å lade og slippe ut. Hvis du har et veldig raskt skiftende signal (som USB), kan en høyverdig pull-up motstand begrense hastigheten pinnen på en pålitelig måte kan endre tilstand med. Dette er grunnen til at du ofte vil se 1k til 4.7KΩ motstander på USB-signallinjer.

Alle disse faktorene spiller inn i beslutningen om hvilken verdi pull-up motstand å bruke.

Beregne en pull-up motstandsverdi



La oss si at du vil begrense strømmen til omtrent 1mA når knappen trykkes i kretsen ovenfor, der $V_{cc} = 5V$. Hvilken motstandsverdi bør du bruke?

Det er lett å vise hvordan du beregner pull-up motstand ved hjelp av [Ohms lov](#):

$$V = I \cdot R$$

Med henvisning til skjematisk ovenfor er Ohms lov nå:

PULL-up Motstand

$$V_{CC} = (\textit{current through } R1) \cdot R1$$

Omorganiser ligningen ovenfor med noen enkle algebraer for å løse for motstanden:

$$R1 = \frac{V_{CC}}{\textit{current through } R1} = \frac{5V}{0.001A} = 5k \textit{ Ohms}$$

Husk å konvertere alle enhetene dine til volt, forsterkere og ohm før du beregner (f.eks. 1mA = 0,001 Ampere). Løsningen er å bruke en 5kΩ motstand.