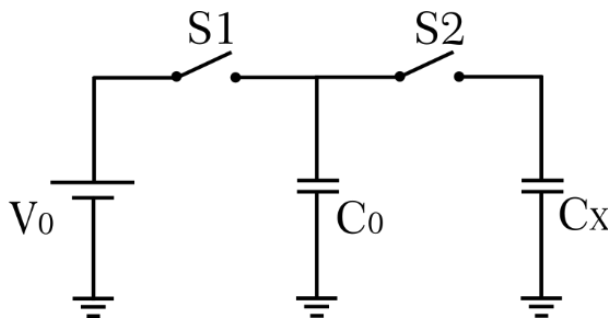


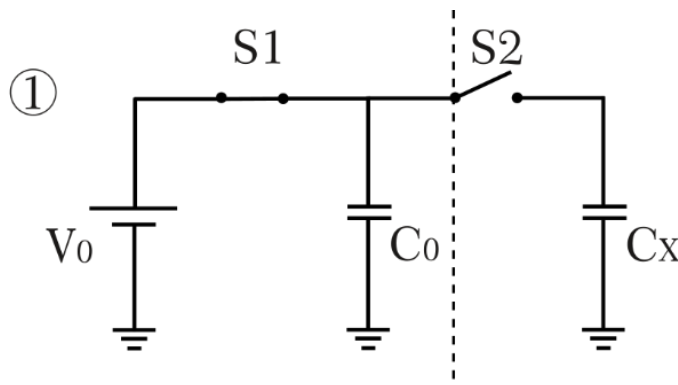
Uvod – kapacitivni naponski razdelnik

Na slici 1 prikazan je kapacitivni razdelnik - dva kondenzatora, u paralelnoj vezi, sa ulaznim naponom V_0 . U početnom stanju isključena su oba prekidača.



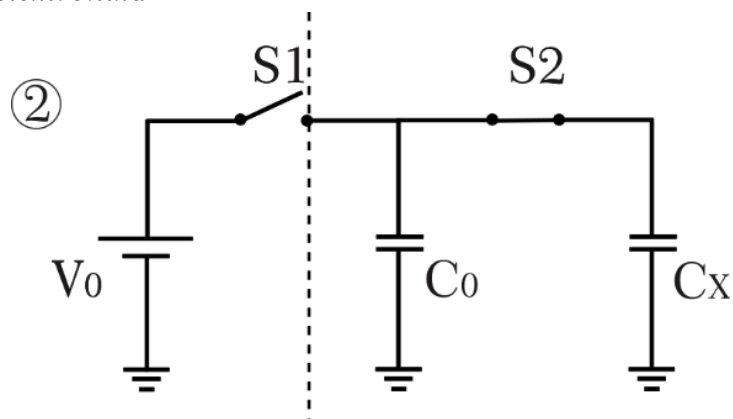
Slika 1 Električna šema kapacitivnog naponskog razdelnika sa podignutim prekidačima

U prvom slučaju je podignut prekidač S2 (Slika 2). Struja protiče kroz kondenzator C_0 , a kroz C_X ne. Za ovo vreme kondenzator C_0 se puni na V_0 , i tada je ukupno naelektrisanje: $Q=V_0 \cdot C_0$.



Slika 2 Električna šema kapacitivnog naponskog razdelnika sa podignutim prekidačem S2

U drugom slučaju podignut je prekidač S1 (Slika 3). Sada imamo dodatnu kapacitivnost C_X , gde je ukupna kapacitivnost $C_U=C_0+C_X$ (paralelna veza). Naelektrisanje u ovom slučaju će biti: $Q=V_X \cdot (C_0+C_X)$.



Slika 3 Električna šema kapacitivnog naponskog razdelnika sa podignutim prekidačem S1

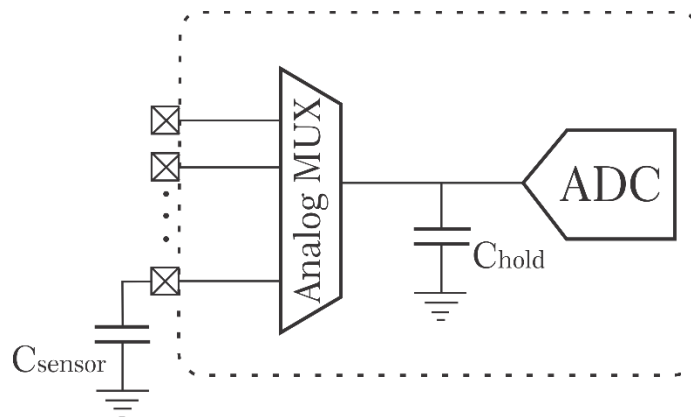
Postavljanjem da je $Q=Q \Rightarrow V_0 \cdot C_0 = V_X \cdot (C_0 + C_X)$

$$V_X = V_0 \cdot \frac{C_0}{C_0 + C_X}$$

gde V_X predstavlja izlazni napon kapacitivnog razdelnika.

KAPACITIVNI SENZOR DODIRA

U ovoj vežbi biće prikazana primena kapacitivnog naponskog razdelnika kao senzora dodira.



Slika 4 Ulazni deo A/D konvertora

Kod mikrokontrolera moguće je iskoristiti metodu korišćenja kapacitivnog razdelnika napona preko A/D konvertora. A/D konvertor poseduje interno realizovan kondenzator (C_{hold}) koji zajedno sa parazitnim kapacitivnostima konvertora čini ukupnu ulaznu kapacitivnost (Slika 4). Kapacitivnost C_{hold} iznosi oko 10 pF. Pomoću ove metode moguće je realizovati kapacitivni senzor dodira. Sve što je potrebno za realizaciju ovakvog

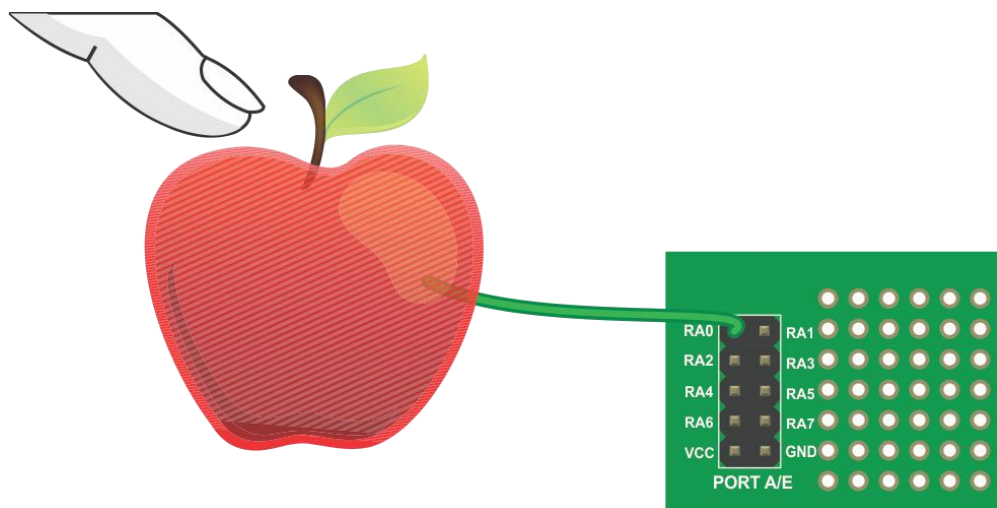
Senzori i pretvarači

Katedra za mikroelektroniku

senzora jesu dva kanala A/D konvertora (pina). Jedan kanal ostaje nepovezan (lebdi), i potrebno je da bude konfigurisan kao digitalni izlaz te se postavlja na stanje logičke jedinice kako bi se interni C_{hold} kondenzator napunio približno do napona napajanja V_{CC} . Interni kondenzator se neće odmah napuniti, tako da je potrebno u softveru da se postavi određeno čekanje (desetak milisekundi). Takođe, pre početka merenja, potrebno je da se na kanalu gde se nalazi senzor softverski “ukloni” postojeća kapacitivnost, tako što će se senzor postaviti na logičku nulu i postaviti kao digitalni izlaz. Ovim se sprečava pogrešno očitavanje senzora (eliminiše se prisustvo kapacitivnosti pre početka merenja). Ispunjavanjem ova dva koraka softverski, dobijeno je da je jedan kondenzator (C_{hold}) napunjen približno do napona napajanja, a drugi (C_{sensor}) je povezan na masu (pražnjenje kondenzatora). Nakon ovoga, senzorski pin mikrokontrolera se postavlja da bude ulazni i A/D konvertor se postavlja na senzorski kanal AN0 (da bi došlo do očitavanja). Ovakvom konfiguracijom dolazi do stvaranja paralelne veze između internog kondenzatora i senzora, gde se formira kapacitivni naponski razdelnik. Napon na ulazu A/D konvertora, odnosno napon na novodobijenoj paralelnoj vezi kondenzatora, opada sa početne vrednosti (bliske naponu napajanja) na vrednost napona koja direktno zavisi od kapacitivnosti senzora. Merenjem napona u ovom trenutku može se dobiti vrednost kapacitivnosti kondenzatora:

$$C_e = C_{\text{sensor}} + C_{\text{hold}}$$

$$V_{\text{ADC}} = V_{\text{CC}} \cdot \frac{C_{\text{hold}}}{C_e} = V_{\text{CC}} \frac{C_{\text{hold}}}{C_{\text{hold}} + C_{\text{sensor}}}$$



Slika 5 Povezivanje “senzora” na okruženje

Programski kod

```
Device 18F25K22
Xtal 32
Dim A As Word
'=====
Start:
'=====
DelayMS 200
ANSELA.0=1           'Analogni ulazi na AN0
ANSELA.1=1           'Analogni ulazi na AN1
ADCON0=%00000001    'A/D za AN0 (ADCON0 6-2 bit=0000)
ADCON1=%00000000
ADCON2=%10111110
'=====
MAIN:
'=====
TRISA.0=0            'ANO je izlaz
PORTA.0=0            'Prazni se kapacitivni senzor
TRISA.1=0            'Puni se interni kondenzator...
PORTA.1=1            '...na vrednost napona Vcc
ADCON0=%00000101    'Biram kanal AN1
DelayMS 10           'Cekanje dok se kondenzator ne napuni
TRISA.0=1            'Kapacitivni senzor je sad high-z
ADCON0.1=1           'Biram kanal AN0
While ADCON0.1=1     'Startujemo ADC
Wend                 'Merenje
                    'Cekamo da ADC završi merenje
A=ADRESH *256 + ADRESL 'Merenje
HSerOut [Dec A, 13, 10] 'Stampamo rezultat
DelayMS 200
GoTo MAIN
End
```