



elab011a

# Mät upp- och urladdning av kondensatorer

Namn

Datum

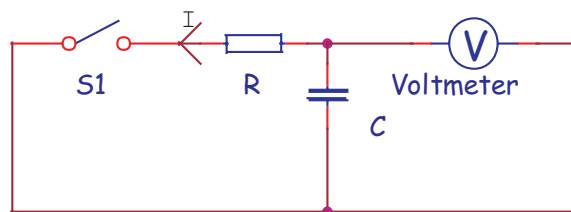
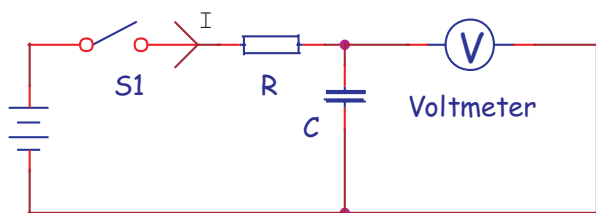
Handledarens sign.

## Varför denna laboration?

Oscilloskopet är ett viktigt instrument för att studera kurvformer. Avsikten med den här laborationen är att träna grundläggande analys- och mätteknik vid mätning med oscilloskop. Du kommer att mäta kondensators upp- och urladdning samt beräkna tidskonstanten i en RC-krets. Det förutsätts att du redan är bekant med hur oscilloskopet fungerar.

## Upp- och urladdning av en kondensator

Om man vill studera upp- och urladdning av en kondensator brukar man använda följande kopplingar för uppladdning och urladdning:



När S1 sluts laddas kondensatorn. När S1 bryts urladdas kondensatorn. Förloppet kan studeras genom att mäta spänningen över kondensatorn.

Problemet är att fånga ett enstaka förlopp på en oscilloskopskärm.

Detta kan man göra med ett minnesoscilloskop men det finns en enkel lösning även för ett vanligt oscilloskop utan minnesfunktion.

Istället för spänningskällan och en omkopplare (S1) som du ser i schemat ovan kan man använda en funktionsgenerator (enligt nedan). En funktionsgenerator kan lämna olika vågformer på sin utgång. En av dessa är fyrkantsvågen.



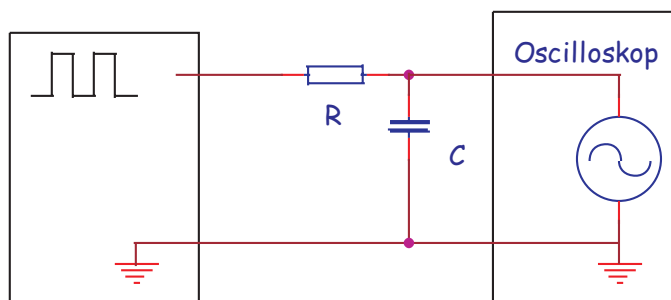
En fyrkantsvåg kan simulera brytaren i schemat ovan. Hög spänning motsvarar att S1 kopplas in och låg spänning motsvarar att S1 kopplas ur.

För att detta skall fungera i praktiken gäller det att pulslängden och pulsuppehållet är tillräckligt långa så att kondensatorn verkligen hinna laddas upp och ur i varje period.

Lämplig pulstid och uppehåll är  $5 \cdot RC$ .

I detta fall kommer upp- och urladdning att upprepas på oscilloskopets skärm i takt med fyrkantsvågen.

Principen för en koppling där en pulsgenerator ersätter den manuella switchen S1 ser ut så här:



## Utrustning

- \* Analog Multimeter
- \* Digital Multimeter
- \* Kopplingsplatta
- \* Oscilloskop med mätprobar
- \* Funktionsgenerator med anslutningsladd. BNC – krokodilklämma.
- \* Diverse: Kopplingsladdar för spänningsaggregat, flera färger isolerad enkelledare till kopplingsplattan och avbitartång.
- \* Komponentssats: Motstånd: 1kohm, Kondensatorer: 220nF, 220 $\mu$ F, 1 $\mu$ F och 2 st 0,1 $\mu$ F.  
(Komponentssats: ELK011A)

## Testa kondensatorn med en analog multimeter

Innan du gör uppkopplingen för att mäta en RC-krets tidskonstant kan du prova på ett enkelt men praktiskt sätt att snabbtesta om en kondensator fungerar. Detta kan man göra genom en resistansmätning - helst med en analog multimeter.

När du mäter resistansen i en kondensator med en analog multimeter kopplas en spänning in över kondensatorn. Den ström som uppstår är omvänt proportionell mot resistansen eftersom  $I = U/R$ .

Mät på området för x10k (eller x1k) - resistansmätning. Kondensatorn skall inte vara uppladdad. Vid inkopplingsögonblicket är resistansen låg (kanske 0ohm) och därefter stiger ”resistansen”.

Kontrollera både 220 $\mu$ F -kondensatorn och 220nF - kondensatorn.

- För vilken av de båda kondensatorerna stiger ”resistansen” snabbast:
- Förklara resultatet:

## Bli bekant med pulsgeneratorn

Undersök nu den pulsgenerator som du har tillgång till.

Även om pulsgeneratorer kan se olika ut har de ett antal egenskaper och funktioner gemensamt.

### Olika pulsformer

Såvida du inte har fått tag på en generator som bara kan leverera sinusvåg kan din pulsgenerator med säkerhet leverera flera olika vågformer. En sådan generator kallas ofta **funktionsgenerator**.

Ange namnet på eller rita de vågformer som din generator kan generera:

Lägg speciellt märke till den vågform som kallas fyrkantsvåg eftersom det är denna du kommer att använda en hel del i den här laborationen.

## Frekvensområde

Det finns omkopplare och vanligtvis en ratt för att ställa in olika frekvenser eller periodtider. I vissa fall kan även pulsernas längd justeras separat. (duty time = pulslängden i % av periodtiden).

Ange det frekvensområde som generatoren spänner över :

## Utspänning och impedans

Ofta har en pulsgenerator flera utgångar. Någon utgång brukar ha fast utspänning, till exempel 5V, avsedd för digitala tillämpningar.

En annan utgång brukar ha justerbar utspänning. Det är också vanligt att denna utgång har möjlighet att addera en likspänning. Genom att addera en likspänning (offsetspänning) kan pulsen justeras så att pulsuppehållet ligger på 0V:s nivå medan själva pulsen är positiv eller negativ.

Små utspänningar erhålles oftast genom att en dämpsats kopplas in.

Förutom att lämna en variabel utspänning är det önskvärt att pulsgeneratoren kan belastas dvs. lämna ström utan att spänningen sjunker. Pulsgeneratorns förmåga att lämna ström beror på generatorns inre resistans som ofta kallas dess **utgångsimpedans**. För vårt ändamål bör den vara så låg som möjligt men ofta finns utgångar anpassade för 600ohm och 50ohm belastning.

Ange utspänningsområdet för din pulsgenerator:

Finns möjlighet till offsetspänning?

## Generera en fyrkantsvåg

Med ett oscilloskop skall du konstatera att du kan generera den fyrkantsvåg du behöver för att mäta på en RC-krets.

Se till att oscilloskopets jord (0V) kopplas till generatorns jord (GND = 0V). I den här typen av kopplingar används ofta koaxialkablar. Ytterledaren (skärmen) är gemensam 0V. Om du är tveksam på vilken ledare som är 0V respektive "het" frågar du handledaren.

**Koppla** generatoren direkt till oscilloskopets probe och **ställ ut en fyrkantsvåg som har pulshöjden 5-20V och frekvensen 100Hz**. Du måste använda funktionen för DC-offset på funktionsgeneratoren för att generera en puls där basen ligger på 0V.

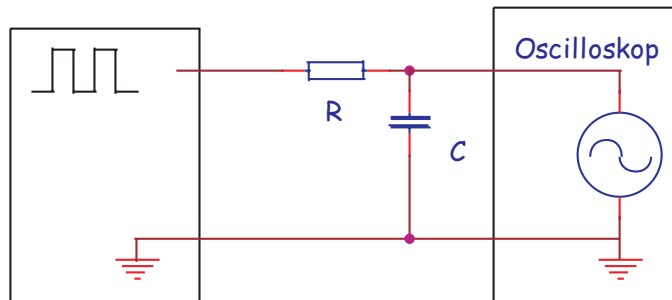
## Rita här fyrkantsvågen i ett koordinatsystem

Ange pulshöjden (V), periodtiden (sek) och längden på själva pulsen (sek).



## Upp- och urladdningskurvan för en kondensator

När du vet att du har en fyrkantsvåg ut från pulsgeneratoren skall du koppla in denna till ett RC-nät enligt nedan där du skall mäta spänningen över kondensatorn med oscilloskopet.



### Lämplig frekvens väljs efter tidskonstant

Från teorin vet du att kondensatorns upp- och urladdningstider beror på tidskonstanten  $\tau = R \cdot C$ . Kondensatorn måste hinna laddas upp under pulstiden (pulsen är hög) och laddas ur under pulsuppehållet (pulsen låg).

Du skall använda olika värden på RC-nätet vilket innebär att du måste justera pulsfrekvensen så att längden och uppehållet blir vardera minst  $5\tau$ .

### Beräkna för $C = 1\mu\text{F}$ och $R = 1\text{kohm}$ .

Börja med  $C = 1\mu\text{F}$  och  $R = 1\text{kohm}$ .

- Vilken tidskonstant kan du förvänta dig (beräkna):
- Efter hur lång tid är kondensator i praktiken uppladdad?:
- Vilken pulsfrekvens är lämplig? Motivera:

### Koppla nu in RC-nätet på kopplingsplattan

Koppla in generatoren och mät kondensatorns upp- och urladdning med oscilloskopet. Tänk på att generators och oscilloskopets jord skall vara kopplade till samma nod.

Om dina beräkningar av pulsfrekvensen är riktiga och oscilloskopet rätt inställt kan du studera upp- och urladdning av kondensatorn på skärmen. (Justera pulsfrekvensen vid behov)

Tips: Nu har du stor nytta av att "trigga" oscilloskopet på rätt flank, troligtvis negativ flank för att se uppladdning och positiv flank för att se urladdning. Utnyttja skärmen optimalt genom att välja lämplig sveptid.

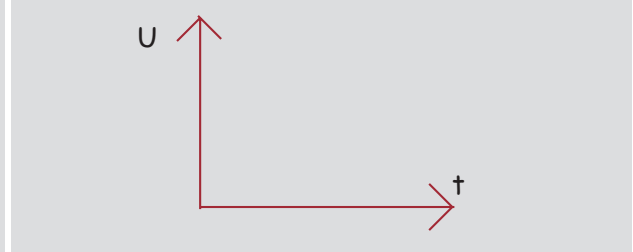
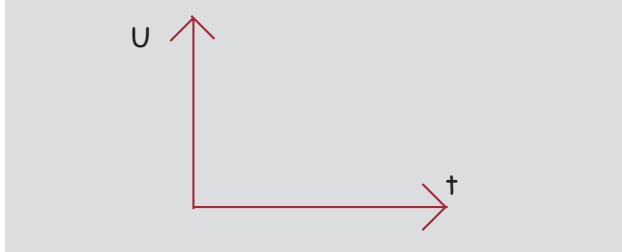
- Mät tidskonstanten med hjälp av oscilloskopet:
- Rita av kurvans upp- och urladdning i diagrammet. Markera i diagrammet spänningen vid tiden  $t = \tau$ .

Uppladdning (1kohm + 1 $\mu$ F):

Urladdning (1kohm + 1 $\mu$ F):

Markera i diagrammet spänningen vid tiden  $t = \tau$ .

Markera i diagrammet spänningen vid tiden  $t = \tau$ .



### Byt ut C till 0,1 $\mu$ F

Gör om samma experiment med  $C = 0.1\mu\text{F}$  och  $R = 1\text{kohm}$ . (du måste ändra insignalens frekvens för att kunna se kurvorna på oscilloskopet)

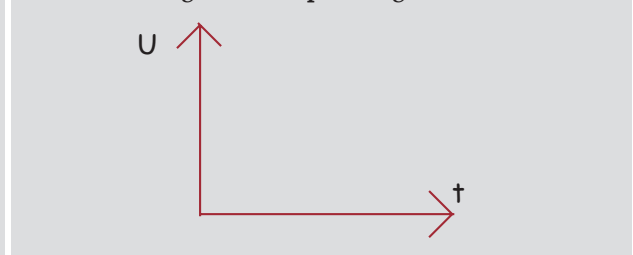
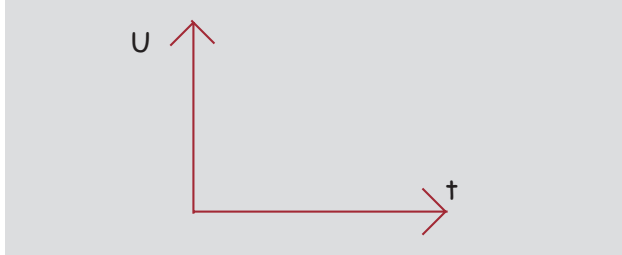
- Mät den nya tidskonstanten med hjälp av oscilloskopet:

Uppladdning (1kohm + 0,1 $\mu$ F):

Urladdning (1kohm + 0,1 $\mu$ F):

Markera i diagrammet spänningen vid tiden  $t = \tau$ .

Markera i diagrammet spänningen vid tiden  $t = \tau$ .



- Vad är det egentligen för skillnad mellan kurvorna för  $C = 1\mu\text{F}$  och  $C = 0,1\mu\text{F}$ ?

## Parallellkoppling av kondensatorer

Du skall nu undersöka vad som händer med upp- och urladdning om du istället för en kondensator på  $0,1\mu\text{F}$  använder två kondensatorer på vardera  $0,1\mu\text{F}$ , som är parallellkopplade. ( $0,1\mu\text{F} // 0,1\mu\text{F}$ ). R är fortfarande på  $1\text{k}\Omega$ . **Samma koppling som ovan, ändra endast på kapacitansen!**

Ta fram uppladdningskurvan på oscilloskopet och bestäm tidskonstanten  $\tau$  från kurvan på oscilloskopet.

- Tidskonstanten  $\tau$  med  $0,1\mu\text{F} // 0,1\mu\text{F}$  visade sig vara :
- Beräkna ur detta C (utifrån  $\tau = R \cdot C$ ) :
- Vilken slutsats kan du dra vad gäller den resulterande kapacitansen från två parallellkopplade kondensatorer?

## Seriekoppling av kondensatorer

Du skall nu till slut undersöka vad som händer med upp- och urladdning om du istället för en kondensator på  $0,1\mu\text{F}$  använder två kondensatorer på vardera  $0,1\mu\text{F}$ , som är seriekopplade. **Samma koppling som ovan, ändra endast på kondensatorernas sammankoppling.**

Ta fram uppladdningskurvan på oscilloskopet och bestäm tidskonstanten  $t$  från kurvan på oscilloskopet.

- Tidskonstanten  $\tau$  med  $0,1\mu\text{F}$  -i serie med  $0,1\mu\text{F}$  visade sig vara :
- Beräkna ur detta C (utifrån  $\tau = R \cdot C$ ) :
- Vilken slutsats kan du dra vad gäller den resulterande kapacitansen från två seriekopplade kondensatorer?

## Avslutande uppgifter

1. I kopplingsscheman ovan har generatorn ritats utan hänsyn till dess inre resistans.

Rita ett kopplingsschema som det skall se ut för en generator med den inre resistansen  $600\Omega$  ansluten till ett RC-nät med  $C=0,1\mu\text{F}$  och  $R=1\text{k}\Omega$ .

2. På vilket sätt påverkar generatorns inre resistans RC-tidskonstanten? (ökar / minskar / påverkar inte alls):

3. I experimenten ovan har ingen hänsyn tagits till oscilloskopets inre kapacitans och resistans. På vilket sätt påverkar denna impedans tidskonstanten när man mäter över C? (ökar/minskar/påverkar inte alls)

Stor eller liten påverkan?

4. Vilken är den högsta frekvens som kan användas från generatorn om man vill se hela uppladdningen av en kondensator i ett RC-nät där  $R = 470\text{k}\Omega$  och  $C = 1\mu\text{F}$ ? (förutsätt att pulstid och pulsuppehåll är lika långa)

5. Med ett oscilloskop mäter du tidskonstanten i ett RC-nät till  $68\mu\text{S}$ . Du kan konstatera att R är  $1\text{k}\Omega$ . Hur stor är C?

### Mina synpunkter

Jag tycker den här laborationen var:

- Tråkig  Jobbig  Rolig  
 Svår  Lagom  Lätt  Lärorik och/eller: \_\_\_\_\_