

Utveckling och utvärdering  
av Repetera.nu – ett system  
för repetition av förkunskaper  
inför laborationer

EDVARD MÅNSSON  
och MARCO SÄTHERBLOM



**KTH Datavetenskap  
och kommunikation**

# Utveckling och utvärdering av Repetera.nu – ett system för repetition av förkunskaper inför laborationer

EDVARD MÅNSSON  
och MARCO SÄTHERBLOM

Examensarbete i medieteknik om 15 högskolepoäng  
vid Programmet för medieteknik  
Kungliga Tekniska Högskolan år 2010  
Handledare på CSC var Hannes Ebner  
Examinator var Daniel Pargman

URL: [www.csc.kth.se/utbildning/kandidatexjobb/medieteknik/2010/mansson\\_edvard\\_OCH\\_satherblom\\_marco\\_K10010.pdf](http://www.csc.kth.se/utbildning/kandidatexjobb/medieteknik/2010/mansson_edvard_OCH_satherblom_marco_K10010.pdf)

Kungliga tekniska högskolan  
*Skolan för datavetenskap och kommunikation*

**KTH** CSC  
100 44 Stockholm

URL: [www.kth.se/csc](http://www.kth.se/csc)

# Abstract

According to a report from Högskoleverket the amount of graduate engineers decreased with 14% from the academic year 07/08 to 08/09 (Högskoleverket 2010) and according to annual reports from KTH there has been a distinct decrease in the amount of students studying a master of science in engineering graduating at their predetermined time of graduation (KTH 2005; KTH 2009). Exactly what has caused this problem is uncertain, but it seems like an indication of the students not keeping up at the required pace leaving courses (or parts of courses) for later.

This examination paper will not present a complete solution to how this trend can be turned around, but merely present a step in the right direction. The aspect which we have chosen as our focal point in this paper is lab experiments and how students can derive more knowledge from them. A way of achieving this could be to make sure that students have the required theories fresh in the memory during the experiment. With this in mind we developed Repetera.nu.

Repetera.nu is an online system where students can repeat essential theory prior to lab experiments. The design of the system is based upon an old behaviorist learning method called Programmed learning and the material which it contains is collected from the course literature.

As our experiment we followed a course in Electro technology on the Royal Institute of Technology (KTH) in Stockholm. 101 students participated in our experiment to find out whether the system actually helped them achieve greater understanding of the lab experiment or not. To collect the data we needed in order to draw our conclusions we handed out a questionnaire and held a smaller group discussion.

The results show that 70 % of the students reached a higher level of understanding using Repetera.nu prior to the lab experiment (compared to not using Repetera.nu). When asked whether they wished to use it for the rest of the lab experiments in the course 83 % answered yes.

# Sammanfattning

Enligt en rapport från Högskoleverket har antalet utexaminerade ingenjörer minskat med 14 % under från läsåret 07/08 till 08/09 och enligt årsredovisningar från KTH har antalet civilingenjörstudenter som avlagt examen på förutbestämd tid minskat markant (KTH 2005; KTH 2009). Exakt vad som orsakat detta problem är oklart, men det kan tolkas som en indikation av att studenter inte lyckas upprätthålla det studietempo som krävs och därmed lämnar kurser (eller delar av kurser) tills senare.

Det här kandidatexamensarbetet kommer inte att framföra en lösning till hur man ska kunna vända denna trend, utan snarare presentera ett steg i rätt riktning. Området vilket vi har valt att fokusera på är laborationer, och hur studenter kan utvinna mer kunskap ur dem. Ett sätt att uppnå detta skulle kunna vara att se till att studenterna har laborationsinnehållet och nödvändig teori fräscht i minnet inför laborationen. Med detta i åtanke utvecklade vi Repetera.nu.

Repetera.nu är ett webbaserat system där studenter kan repetera nödvändig teori inför laborationer. Systemets design är baserad på en äldre behavioristisk inlärningsmetod som kallas Programmerad inlärnning, och materialet som systemet innehåller är litteraturen tillhörandes kursen vi följde under experimentet.

Vår experimentdel gick ut på att vi följde en kurs i elektroteknik på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) i Stockholm. 101 studenter deltog i experimentet för att ta reda på huruvida systemet bidrog till ökad förståelse av laborationen eller inte. Datainsamlingen skedde genom utvärderingsenkät samt en mindre gruppdiskussion.

Resultaten visade att 70 % av studenterna ansåg sig ha uppnått en högre nivå av förståelse för laborationen i samband med användningen av Repetera.nu (jämfört med att inte använt det). När de tillfrågades huruvida de ville använda systemet till kursens resterande laborationer svarade 83 % ja.

# Tack till

Vi vill rikta ett stort tack till universitetsadjunkt Margareta Paulson på institutionen för maskinkonstruktion, KTH, för ett gott samarbete och för all hjälp med att motivera studenterna till att använda repetera.nu. Vi vill också rikta ett stort tack vår handledare Hannes Ebner, doktorand vid CSC, KTH, för all värdefull vägledning och input. Slutligen vill vi tacka alla studenter som frivilligt deltagit i vår undersökning.

Maj 2010

# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b>	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Hypotes	2
1.4 Avgränsningar	2
<b>2 Bakgrund och teorier</b>	3
2.1 Definition av laboration och experiment	3
2.2 Val av kurs	3
2.3 Val av system	3
2.3.1 Systemet - Repetera.nu	4
2.4 Behaviorism	5
2.4.1 Operant Betingning	5
2.4.1.1 Programmerad inlärning	6
<b>3 Metod</b>	7
3.1 Litteraturstudie	7
3.2 Utvärdering av experimentet	7
3.2.1 Kvantitativ undersökning	7
3.2.2 Kvalitativ undersökning	8
3.3 Analys	9
<b>4 Genomförande</b>	10
4.1. Systemutveckling	10
4.1.1 Val av repetitionsmaterial	10
4.2 Resultatinsamling	11
4.3 Systembeskrivning	11
<b>5 Resultat och analys</b>	15
5.1 Systemanvändning	15
5.2 Alternativsvar från enkätundersökning	16
5.3 Gruppdiskussion och fritextsvar från enkätundersökning	18
<b>6 Diskussion och slutsats</b>	21
<b>Litteraturförteckning</b>	22
<b>Bilagor</b>	24
Bilaga 1 – Utvärderingsenkät	24
Bilaga 2 – Innehåll laboration 1	26
Bilaga 3 – Innehåll laboration 2	41

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Ett problem i dagens högskoleutbildning är att studenter inte klarar kursmoment och därmed samlar på sig rest. Orsakerna till detta kan vara flera, exempelvis stress, tidsbrist, dålig motivation eller ineffektiv studieteknik. Tekniska högskoleutbildningars avancerade kurser och allmänt höga studietakt kan också vara en bidragande faktor. I längden leder dessa ofullbordade kursmoment till individuella studieplaner och kan leda till försenad examen eller i värsta fall till ingen examen alls. Enligt en rapport från högskoleverket minskade antalet utexaminerade civilingenjörer läsåret 08/09 med 14 % jämfört med läsåret 07/08 (Högskoleverket 2010).

År	2002	2003	2004	2005
Antagna	1178	1110	1255	1163

Tabell-1: Antal antagna till civilingenjörsutbildningar på KTH 2002-2005. (KTH 2005)

År	2006	2007	2008	2009
Antal examina	1184	973	904	879

Tabell-2: Antal civilingenjörsexamina från KTH 2006-2009. (KTH 2009)

Enligt Tabell-1 och Tabell-2 ser man tydligt hur förhållandet mellan antalet examinerade och antalet nyantagna på hösten fyra kalenderår tidigare minskar. Om man gör antagandet att alla studenter som tar examen ett visst år blev nyantagna 4,5 år tidigare fås andelarna i Tabell-3 nedan.

År	2006	2007	2008	2009
Examen/Antagen (%)	101	88	72	76

Tabell-3: Förhållande mellan antal avlagda examina och antal antagna 4 år tidigare.

Siffrorna i Tabell-3 kan antas visa ett för högt värde eftersom statistiken för antal examinerade ingenjörer ett visst år också räknar in de som avlade en försenad examen, siffrorna i tabellen representerar alltså examenskvoten i bästa fall. Det är också rimligt att anta att vissa studenter någon gång hoppar av utbildningen helt och därmed aldrig tar examen, verkligheten ser alltså rimligtvis sämre ut än i Tabell-3. Det råder alltså ingen tvekan om att det blir vanligare med försenad examen.

I det här examensarbetet kommer vi att presentera en potentiell lösning till en aspekt av ovanstående problem – utvecklingen samt utvärderingen av ett system som tillåter repetition av nödvändiga förkunskaper inför laborationer baserat på inlärningsmetoden programmerad inläring.

## 1.2 Syfte

I det här examensarbetet ska vi undersöka om ett webbaserat system baserat på programmerad inläring kan få studenter att uppleva en ökad förståelse för laborationer genom att repetera nödvändiga förkunskaper. Vidare syftar examensarbetet till att undersöka hur metoden kan förbättras.

## 1.3 Hypotes

Vi tror att ett webbaserat system baserat på programmerad inläring avsett för repetition av förkunskaper inför laborationer har potentialen att bättre hålla studenter i fas kunskapsmässigt genom kursers gång.

En tolvårig studie från U.S. Department of Education indikerar att studenter i högre utbildningar presterar bättre i onlinekurser än i kurser med traditionell undervisning (U.S. Department of Education 2009). Komplettering av laborationsmomentet med en onlinedel där studenten inför varje laboration kan repetera förkunskaper tror vi resulterar i en upplevd ökad förståelse för laborationers innehåll samt utförande. Om så sker tror vi också att den här typen av system på sikt kan förbättra studieresultaten, hjälpa studenter att undvika restmoment och därmed också nyttja skolans resurser på ett mer effektivt sätt. Faktumet att repetitionen sker via internet och kan utföras från vilken nätansluten dator som helst tror vi också kan leda till större entusiasm gentemot systemet från dagens datorvana studenter.

## 1.4 Avgränsningar

Vi har valt att avgränsa oss till endast en kurs att utföra vårt experiment inom. Kriterierna för kursen var att den skulle ges av KTH och innehålla praktiska laborationsmoment som kräver förkunskaper. Kursen som vi ansåg var bäst lämpad för att utföra experimentet inom, en kurs i elektroteknik, hade 110 registrerade kursdeltagare och lästes av förstaårsstudenter på civilingenjörsprogrammet för medieteknik och programmet för civilingenjör/lärare. Vi valde att utföra experimentet under två av kursens laborationer, fler än så rymdes inte i vår tidsplanering.

Angående experimentets tillvägagångssätt så har vi själva valt att utveckla ett webbaserat system baserat på en etablerad inlärningsmetod kallad programmerad inläring, mer specifikt linjär programmerad inläring.

Dessa avgränsningar och val motiveras i avsnittet om bakgrund och teorier.



## 2 Bakgrund och teorier

### 2.1 Definition av laboration och experiment

Enligt Nationalencyklopedin (2006) innebär laboration ett praktiskt naturvetenskapligt experiment, vanligen i undervisningssyfte. Ibland används ordet experiment istället för ordet laboration i litteraturen.

Experiment innebär prövning av en hypotes, teori eller konstruktion för att om möjligt bekräfta eller vederlägga den.

### 2.2 Val av kurs

Kursen vi valde att följa i vår undersökning var Elektroteknik (Kurskod: MF1035) på Kungliga Tekniska Högskolan. Vi hade helst utfört experimentet på fler än en kurs för att få in en större variation av laborationer (i och med att laboration är ett relativt brett begrepp) men tiden räckte inte till. Varför vi valde just denna kurs berodde till stor del på att vi båda läst den tidigare i vår utbildning och har insikt i kursupplägget likväl som i kursinnehållet. Eftersom detta examensarbete skrevs i period 4 var vi begränsade till kurser med laborationsmoment under just denna tidsperiod. Kursansvarige var positiv och samarbetsvillig och vi tror att förstaårsstudenter överlag är mer mottagliga för deltagande i undersökningar än senare årskurser.

### 2.3 Val av system

Förberedelse inför laboration ställer speciella krav på plattformen. Till skillnad från att lösa problem med en formelsamling (vilket ställer låga krav på förståelse av teori) innebär laborationer att ta steget från teori till praktik. I avsnitt 2.1 beskrivs laboration som vetenskapligt experiment, dvs., med andra ord, vetenskaplig prövning av teori. För att praktiken under laborationen ska vara givande för studenten krävs det att denne förstår bakomliggande teori. Med detta i åtanke anser vi att det i vårt syfte krävs mer än ett system som bara förhör studenten på uppgifter och indikerar rätt svar eller fel svar vid repetitionen, utan faktiskt har utrymme för pedagogik i form av förklarande bilder och textstycken.

På vilket sätt materialet i systemet ska presenteras samt hur ofta instuderingstillfällen ska äga rum låter väljer vi genom en existerande inlärningsalgoritm. I ett tidigare examensarbete från KTH, (A. Malmlöf, 2008), gjordes en undersökning med inlärningsalgoritmen Spaced repetition där förstaårsstudenter på Medietekniksprogrammet ombads repetera en mängd medietekniska termer med ett bestämt tidsintervall.

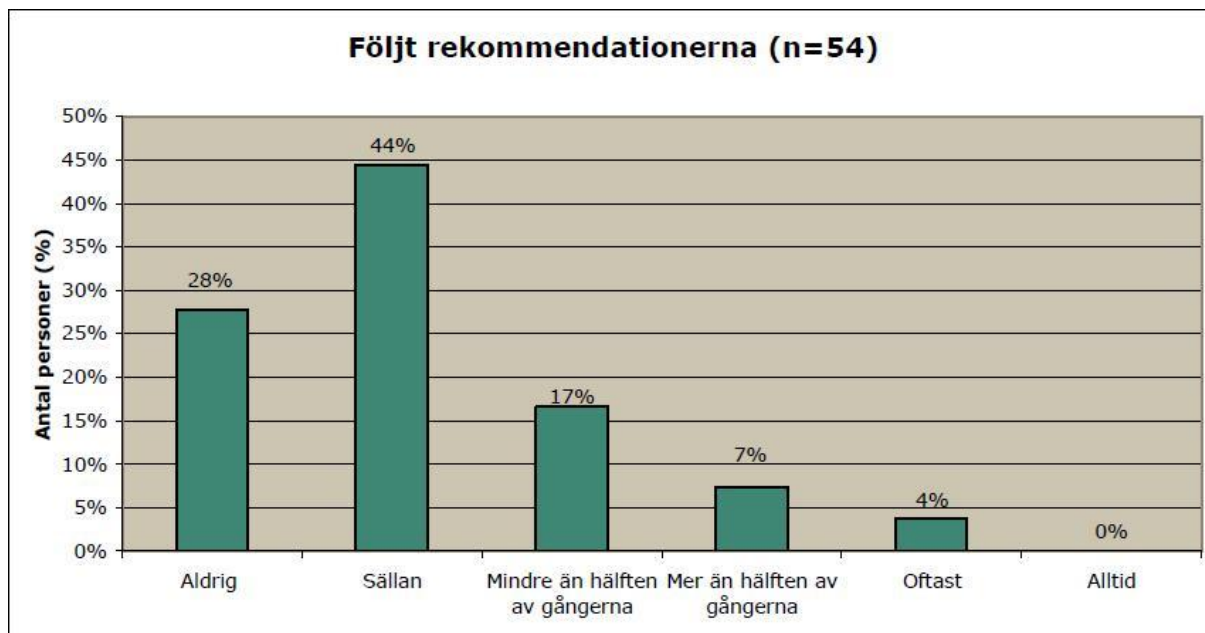


Diagram - 1 Studenternas egen åsikt om huruvida de följt rekommenderade instuderingstillfällen.  
Källa: (A. Malmlof, 2008)

”Vid första repetitionen i en fas sätts alltid nästa repetitionstillfälle 8 timmar framåt i tiden. Även intervallet vid den andra och tredje repetitionen är fasta värden på 24 timmar respektive 6 dygn.” (A. Malmlof, 2008).

Diagram-1 är hämtad ur resultatavsnittet ur rapporten och visar hur ofta deltagarna följde de rekommenderade instuderingstillfällena. Totalt 72 % av deltagarna svarade Aldrig eller Sällan och 0 % svarade Alltid. I hopp om att undvika samma bristande engagemang hos våra deltagare valde vi att bortse helt från metoder som kräver tidsbestämd repetition.

Vi fastnade för en äldre inlärningsmetod vid namnet Programmerad inläring och valde att den står till grund för systemet (För teori, se avsnitt 2.3.1.1 Programmerad inläring). Motiveringen till detta val är framförallt att repetitionen med programmerad inläring sker helt i eget tempo, dvs. att studenten inte behöver följa bestämda tidsintervall och tidsramar för inläringen. Programmerad inläring bygger på uppmuntran snarare än krav vilket vi anser viktigt för att användaren ska orka med, samt vara mottaglig för det lite tyngre material som presenteras.

### 2.3.1 Systemet - Repetera.nu

I brist på mjukvaror och webbapplikationer som uppfyllde de ovanstående kraven valde vi att ta fram ett eget system – Repetera.nu. Repetera.nu är ett förhörssystem där studenten registrerar sig och svarar på X antal frågor baserat på principerna för Programmerad inläring. Uppgifterna är utformade efter det kursmaterial som står till grund för respektive laboration. Efter varje besvarad fråga följer en genomgång och förklaring av det aktuella området.

Närmare beskrivning av systemet och dess innehåll följer i avsnitt 4 Genomförande.

## 2.4 Behaviorismen: Grunden till programmerad inläring

Behaviorismen är en metodologisk riktning inom psykologin som lanserades år 1913 av den amerikanske psykologen och professorn John B. Watson genom sin artikel ”*Psychology as a Behaviorist views it*” (George Boeree, 2008). Till grund för behaviorismen ligger teorin ”stimulus-respons”, vilken innebär att allt beteende en individ visar är ett direkt svar till de yttre stimuli denne utsetts för (Strandvall, 2000). Watson (1913) argumenterar för att psykologi ska innebära studier av observerbara ting – miljö och beteende – snarare än av omätbara faktorer såsom individens egna uppfattningar, tankar och drömmar. Principen av denna metodologiska riktning är alltså att en individs beteende går att förklara enbart ur ett tredjepersonsperspektiv. I artikeln skriver Watson om behavioristernas strävan efter ett generellt ramverk av individers svar på stimuli, vari ingen skillnad görs mellan människa och djur. En optimistisk uppfattning om att observerade beteendemönster hos vilket djur som helst vid en viss betingad stimuli är direkt överförbart till människor. Idag vet vi att den ursprungliga behaviorismen är för enkelspårig och att man inte kan utelämna komplexa faktorer såsom arv och biologi ur psykologi.

### 2.4.1 Operant betingning

Operant betingning, eller radikal behaviorism som utvecklaren, psykologen B.F. Skinner, valde att kalla det (Skinner 1974), är en filosofi inom behaviorismen som bygger på att forma beteendet hos en individ genom att kontrollera dess omgivning. Detta har kommit att spela en huvudsaklig roll i utvecklingen av psykologi, framförallt i kognitiv beteendeterapi i behandling av bl.a. fobier. Skinner föreslog att inläring bygger på association mellan en handling och en följande konsekvens. Den lärande börjar koppla en stimulus till en viss respons och huruvida individen i fråga väljer att upprepa handlingen i fortsättningen går att påverka genom s.k. förstärkning och bestraffning som presenteras i samband med respektive respons (Huitt & Hummel, 1997). Skinner är känd för sina experiment i området, däribland Skinnerboxen där möss och duvor placerades i lådor där de bland annat lärde sig trycka på knappar genom belöning i form av mat varje gång de lyckades.

	<b>Öka beteende</b>	<b>Minska beteende</b>
<b>Positiv stimuli</b>	Positiv förstärkning	Positiv bestraffning
<b>Negativ stimuli</b>	Negativ förstärkning	Negativ bestraffning

Tabell-4: Principen av operant betingning

Tabell-4 ovan presenterar de fyra huvudsakliga metoder som används i operant betingning för att forma ett beteende hos en individ. För att öka ett önskat beteende förstärks det antingen genom att som konsekvens för individens handling applicera ett stimuli associerat med välbehag (positiv förstärkning), eller genom att avlägsna ett stimuli associerat med obehag (negativ förstärkning). Negativ förstärkning kan låta som bestraffning, men innebär alltså avlägsnande av obehaglig stimuli. Exempel: Vi blir negativt förstärkta när vi åker tidigare till jobbet och därmed slipper morgontrafiken.

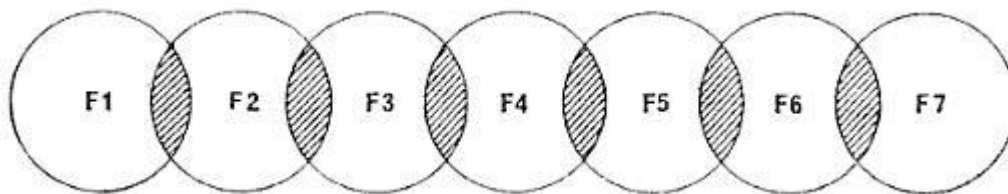
För att minska ett beteende används bestraffning. Också här appliceras/avlägsnas stimuli, därmed namnen Positiv och Negativ bestraffning. Positiv bestraffning leder till att den lärande associerar handlingen i fråga till ett obehagligt stimuli, exempelvis fysisk smärta, medan negativ bestraffning innebär avlägsnandet av ett behagligt stimuli.

### 2.4.1.1 Programmerad inläring

Programmerad inläring är en inlärningsmetod utvecklad av beteendevetaren B.F. Skinner redan 1958 som en vidareutveckling av operant betingning. I Skinner (1968) skriver Skinner om hans vision om ett automatiserat förstärkningsbaserat inlärningsystem som kan användas i undervisningssyfte. Grundtanken var att inläringen skulle bli betydligt mer effektiv om man utformar undervisningen så att deltagandet förstärks positivt (vanligare på den tiden var aversiv kontroll, d.v.s. bestraffning). När datorernas genombrott kom spreds inlärningsmetoden snabbt och flera experimentella studier som gjorde pekade på högre inläring med programmerad inläring än traditionell undervisning (Attiyeh, Bach, & Lumsden, 1969; Cohen, Ebeling, & Kulik, 1980; Kulik, Kulik & Schwalb, 1982). En stor fördel med ett individuellt tillvägagångssätt såsom detta är att studenten måste hålla sig aktiv för att komma vidare. Denne kan inte sitta passiv, utan måste arbeta kontinuerligt för att fullfölja sina uppgifter, detta garanterar medverkan och uppmärksamhet under inlärningsperioden (Manis 1971, s 29).

Metoden bygger på att den lärande presenteras med en mindre mängd information och ombeds därefter att svara på en fråga tillhörandes detta område. Är svaret rätt går användaren vidare, är det fel skickas denne tillbaka till ett tidigare avsnitt. Grundprincipen är att ta små systematiska steg i eget tempo och få omedelbar feedback på sina svar. (Manis 1971, s 28).

Figur-1 nedan demonstrerar upplägget av linjär programmerad inläring (Thomar, Davies, Openshaw, & Bird, 2007). Med linjär menas att studenten endast kan göra på ett sätt för att komma vidare till nästa fråga. Cirklarna motsvarar frågor i det bestämda inlärningsområdet. Överlappen innebär att frågorna som ställs ska ha en koppling till varandra. En gemensam del. Genom att lära sig svara rätt på de första frågorna bygger eleven gradvis upp en förmåga att svara på de senare, svårare problemen (Manis 1971, s 28). Storleken av denna gemensamma del är kritisk då en för stor del resulterar i ett för lätt test och vice versa.



*Figur-1: Demonstration av linjär programmerad inläring*

Den positiva förstärkningen som presenteras behöver inte vara någonting märkvärdigt. En indikering av att studenten svarat rätt på den aktuella frågan räcker. Skinner (1984) skriver: "It is characteristic of the human species that successful action is automatically reinforced". En handling som vi uppfattar som framgångsrik räcker alltså som drivkraft för att fortsätta.

## 3 Metod

*Följande del är en strukturerad beskrivning av de tillvägagångssätt vi använt oss av för att samla in den information vi baserar detta examensarbete på.*

Vi valde att inkludera två av kursens laborationer i vårt experiment. Dessa anses av kursansvarig ligga på samma nivå i svårighetsgrad. Vi delade upp alla kursdeltagare i två grupper, Grupp 1 och Grupp 2. Grupp 1 använde systemet inför laboration 1 och Grupp 2 använde systemet inför laboration 2 enligt Flödesdiagram-1 nedan. Deltagande studenter var c:a 100 stycken, därmed kom varje grupp att omfatta ungefär 50 personer.



*Flödesdiagram-1: Metodflödet i undersökningen*

### 3.1 Litteraturstudie

För att skaffa oss en överblick över repetition och inläring så har vi utfört en litteraturstudie. Studien har skett via sökmotorer för litteratur som Google Scholar, Google Books samt biblioteksdatan Libris. De huvudsakliga sökorden har varit inläring, inlärningsmetoder, inlärningspsykologi, behaviorism, operant betingning, repetition, spaced repetition, repetitionssystem, programmerad inläring, enkätkonstruktion, gruppdiskussion.

### 3.2 Utvärdering av experimentet

Då ingen form av poängsättning sker i examinationsmomentet för laborationerna, samt att alla deltagande och engagerade studenter ges betyget P, krävdes av oss en typ av utvärdering som syftade till att bedöma om studenterna upplevde en ökad förståelse av laborationerna vid systemanvändning (jämfört med ingen systemanvändning). Vi kan alltså inte göra någon utvärdering utifrån ett poäng- eller betygsmaterial.

#### 3.2.1 Kvantitativ undersökning

För att bedriva en kvantitativ undersökning kommer vi att lagra viss information om systemanvändningen i en databas. Huvuddelen av den kvantitativa undersökningen kommer att bestå av en utvärderingsenkät med vars hjälp vi kan få en övergripande blick över hur studenterna tycker att vårt system har bidragit till deras förståelse av laborationen.

Vid utformandet av utvärderingsenkäten finns det vissa riktlinjer som vi kommer att följa. Vi behövde se till att frågorna i enkäten bidrog till att uppfylla examensarbetets syfte. Samtidigt får inte enkäter vara för omfattande, då riskerar den svarande att tröttna och ge otillförlitliga och förhastade svar. Enkäten ville vi alltså utveckla på så vis att den var lätt att svara på och lätt att förstå. Samtidigt fick den inte bli ”för lätt” att besvara, dvs. det får inte bli så att den svarande kryssar sig igenom alternativfrågorna utan någon vidare eftertanke. I hopp om att förhindra detta valde vi att ha ett jämt antal svarsalternativ för att undvika erbjudandet av det bekväma ”mellanalternativet” (Se bilaga 1 för utvärderingsenkäten) och svaranden tvingas ta ställning i lite större utsträckning. (Nätverket Utvärderarna 2004)

### 3.2.2 Kvalitativ undersökning

Vi har bedrivit en kvalitativ undersökning, den har delvis bestått av frågor i utvärderingsenkäten där studenterna kan svara i fritext och delvis av en timmes gruppdiskussion med 5 stycken utvalda studenter. Gruppdiskussionen ansåg vi viktig för att kunna ta del av mer utvecklade resonemang samt av möjligheten att kunna ställa följdfrågor. Tillvägagångssättet ställde krav på oss som ”debattledare”, vi upptäckte att man under diskussioner som dessa måste se till att diskussionerna inte spårar ur, att alla deltar, att vi får svar på våra frågor och att vi håller oss så neutrala som möjligt. Som moderatörer ingick vi i olika roller, vi delade upp ansvaret så att en av oss såg till att reglerna följdes och att en av oss såg till att alla frågor besvarades. Kravet vi ställde på de deltagande studenterna var att de använt repetitionssystemet fullt ut och svarat på alla frågor. Vi ansåg detta nödvändigt för att dessa skulle kunna göra en så omfattande bedömning av systemet som möjligt.



Figur-2: Diskussionsflöde

Diskussionen utspelade sig enligt Figur-2 ovan. Innan gruppdiskussionen började förklarade berättade vi om vårt examensarbete, syftet samt i korthet om programmerad inläring. Vi inledde diskussionen med att fråga om systemet egenskaper samt vad som var positivt med det, efter detta övergick vi till deltagarnas upplevelser; framförallt låg fokus på huruvida systemet gjort någon nytta. Därefter gick vi vidare till negativ kritik berörande systemet, inlärningsmetoden och repetitionsfrågorna. Avslutningsvis diskuterade vi enkäten och några av de svar vi fått där. Detta var ett bra sätt att få igång nya diskussioner kring funktionaliteten samt möjliga förbättringar (Brits 2010).

### 3.3 Analys

Efter den kvantitativa och den kvalitativa undersökningen gick mycket tid åt att analysera fritextsvaren från enkäten samt uttalanden ur gruppdiskussionen. Utifrån anteckningar från gruppdiskussionen och fritextsvaren från enkäterna skapade vi oss en bild över vilka åsikter som var återkommande respektive fåtaliga/enstaka. Någonting vi lade mycket vikt vid under analysen var att göra en så oberoende bedömning som möjligt, dvs. inte låta faktumet att vi faktiskt ligger bakom systemet påverka resultatet.

# 4 Genomförande

*I följande avsnitt redogör vi för arbetsprocessen i undersökningen*

## 4.1 Systemutveckling

Efter att ha kommit underfund med att ingen existerande mjukvara/webbapplikation lämpade sig tillräckligt bra för vårt ändamål valde vi att utveckla ett eget system – Repetera.nu. De egenskaper vi särskilt hade i åtanke under utvecklingsprocessen var:

### **- Lättförstått gränssnitt**

Inlärningströskeln ville vi hålla så låg som möjligt för att inte utmana studenternas tålamod. Eftersom deltagandet i studien var helt frivilligt var vi mån om att maximera våra chanser att få så många medverkande som möjligt.

### **- Tydlig Återkoppling**

Ge användaren tydlig återkoppling i form av att indikera var någonstans i systemet denne befinner sig samt de framsteg som görs under inläringen. Dels är återkopplingen viktig eftersom programmerad inläring i stort sett bygger helt på den (positiv återkoppling), men det är också en grundsten inom MDI (Människa-datorinteraktion). Tydlig återkoppling är kritiskt för att en effektiv interaktion mellan användare och gränssnitt ska kunna uppstå (Pérez-Quñones, Manuel 1996)

### **- Databasdrift**

Databasdrift ansåg vi nödvändigt av flera anledningar; vi ville kunna föra statistik över allt användande eftersom vi visste att vi förmodligen inte skulle kunna få alla kursdeltagare att fylla i vår utvärdering, vi ville också möjliggöra avbrott i repetitionen så att inläringen kunde ske helt i egen takt (enligt Programmerad inläring). Detta åstadkom vi genom att låta studenterna registrera sig i systemet och sköta sin repetition under sitt unika konto.

*För mer detaljerad insikt i vad systemutvecklingen resulterade i, se avsnitt 4.3 Systembeskrivning.*

### 4.1.1 Val av repetitionsmaterial

#### Laboration 1 - Kirchhoffs lagar och likströmsmotorn

- Kirchhoffs lagar
- Voltmeterkoppling
- Likströmsmotorn

#### Laboration 2 - Mätvärdesinsamling och presentation av givarsignaler

- Vikningsdistortion
- Filter
- A/D-omvandling

*Figur-3. Moment inom laborationerna*

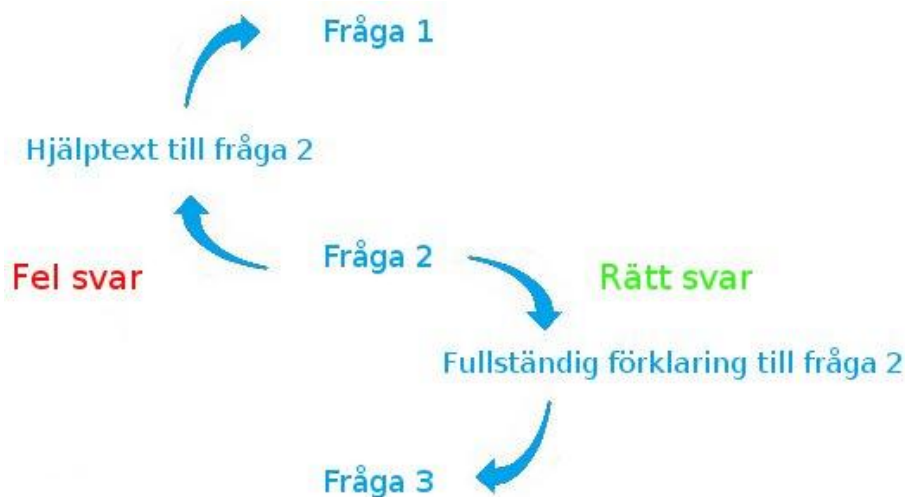


Tillsammans med kursansvarig gick vi igenom labbpeket för de två laborationerna för att skapa oss en gedigen uppfattning om laborationernas innehåll, vi diskuterade sedan hur man på bästa sätt kunde utforma lämpliga repetitionsfrågor att ha i systemet. Vi identifierade tre stycken moment i vardera laboration, namngav momenten (se Figur-3 ovan) och tog fram frågor till varje moment med hjälp av labbpeket och kurslitteraturen. Vi strävade hela tiden efter att ge frågorna en koppling enligt modellen för programmerad inläring illustrerad i Figur-1. Frågorna finns under Bilaga 2 och 3.

## 4.2 Resultatinsamling

För att maximera svarsfrekvensen i utvärderingsenkäten valde vi att personligen dela ut enkäten till studenterna på den nästkommande kursföreläsningen efter den andra laborationen. Ett par dagar senare gjorde vi mejlutskick till den grupp av studenter vi ville ha som deltagare i gruppdiskussionen. För att öka sannolikheten för deltagande erbjöd vi lunch som ersättning. Gruppdiskussionen ägde rum veckan därpå.

## 4.3 Systembeskrivning



Figur-4: Översikt

Med Programmerad inläring som utgångspunkt tog vi fram den ovanstående modellen (Figur-4). Fråga 1, Fråga 2 och Fråga 3 är frågor i samma område, frågorna är relaterade till varandra och blir gradvis svårare. Eftersom vi ville att teoridelen skulle ligga i fokus under inläringen (inte bara låta användaren lösa uppgifter) lade vi in en extra del efter varje givet svar. Är svaret fel får användaren riktlinjer som kan hjälpa denne att lösa uppgiften vid nästa försök, är svaret rätt leder det till en genomgång av den aktuella frågan innan man blir skickad vidare till nästa fråga (Exempel: Se skärmdump-4 längre ner i detta avsnitt). Skillnaden gentemot det ursprungliga upplägget av Programmerad inläring är alltså att man där endast får veta om svaret var rätt eller fel.

Siffrorna i parentes som följer i detta område hänvisar till motsvarande siffra i aktuell bild.

The screenshot shows the homepage of REPETERA.NU. At the top, there is a green header with the text "REPETERA.NU FÖR EFFEKTIV INLÄRNING". Below this is a black navigation bar with links for "Hem" and "MF1035 Elektroteknik". The main content area is divided into two columns. The left column features a section titled "AKTUELLT" with a large blue number "1" in the top right corner. Below the title is a sub-heading "Repetition inför Labb 2" and a paragraph of text: "Nu kan du börja repetera inför labb 2, klicka här för att komma vidare.. [Visa mer...](#)". The right column is titled "VÄLKOMMEN TILL REPETERA" and contains a login form with fields for "KTH-mail:" (containing "test@kth.se") and "Password:" (containing "\*\*\*\*\*"). Below the fields is a "Login" button. At the bottom of this section is a link "Registrera ny användare" and a large blue number "2". A footer at the bottom of the page reads "COPYRIGHT © 2010 REPETERA.NU."

### Skärmdump-1: Inloggning

Skärmdump-1 ovan visar startsidan. Här kan studenten snabbt se vad som är aktuellt (1), samt antingen registrera ett nytt konto eller logga in på ett existerande (2).

**REPETERA.NU** FÖR EFFEKTIV INLÄRNING

- Hem
- MF1035 Elektroteknik
- Logga ut

**AKTUELLT**

**Repetition inför Labb 2**  
Nu kan du börja repetera inför labb 1, klicka här för att komma vidare.. [Visa mer...](#)

**LABORATION 2 - MÅTVÄRDESINSAMLING OCH FILTRERING**

**Edvard**

1. Vikningsdistortion	OK
2. Filter	Ej klar
3. AD/DA-omvandling	Ej klar

**KLICKA HÄR FÖR ATT BÖRJA REPETERA (POP-UP)**

COPYRIGHT © 2010 REPETERA.NU.

Skärmdump-2: Panel

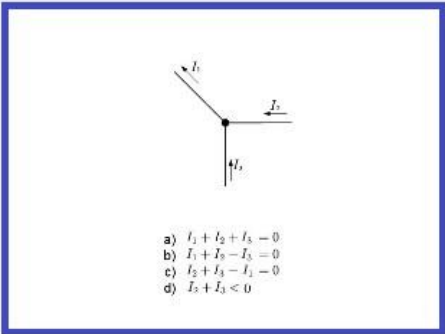
Enligt Skärmdump-2 får man vid inloggning en översikt över vilka moment i laborationen som är färdigrepeterade och vilka som behöver göras (1). I exemplet ovan har studenten klarat första delen och har två kvar att göra. Strax under ligger en länk som leder till själva repetitionen i ett separat fönster (2). Detta fönster visas i Skärmdump-3.

**REPETERA.NU** LABORATION 1 - KIRSCHOFFS LAGAR

- Kirchhoffs lagar**
- Voltmeterkoppling
- Likströmsmotorn

**KIRSCHOFFS LAGAR (2/6)**

Vilken av följande ekvationer beskriver kopplingsschemat korrekt? (Se bild. Klicka för förstoring.)



a)  $i_1 + i_2 + i_3 = 0$   
 b)  $i_1 + i_2 - i_3 = 0$   
 c)  $i_2 + i_3 - i_1 = 0$   
 d)  $i_2 + i_3 < 0$

A  
 B  
 C  
 D

Svara

COPYRIGHT © 2010 REPETERA.NU.

Skärmdump-3: Frågefönster

Skärmdump-3 är ett exempel på hur frågorna presenteras i systemet. Panelen i övre delen av bilden (1) indikerar var man befinner sig i systemet, under denna finns en bildruta (2) med figur tillhörandes den aktuella frågan (3). Under frågedelen kan användaren välja sitt svar med radioknapparna (4). Det valda alternativet jämförs med det rätta svaret i databasen och användaren får direkt feedback på sitt svar enligt Skärmdump-4.

REPETERA.NU BRA JOBBAT, RÄTT SVAR! 1

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$
 2

**KIRCHHOFFS LAGAR (2/6)**

Bra jobbat!

**Kirchhoffs strömlag:** Summan av samtliga elektriska strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.

Gå vidare! 3

COPYRIGHT © 2010 REPETERA.NU.

Skärmdump-4: Feedback

Skärmdump-4 visar den direkta feedback som följer förutsatt att användaren svarade rätt på frågan i Skärmdump-3. (1) visar ett exempel på positiv förstärkning som följer efter varje korrekt svar. Till detta följer, som repetition, en tillhörande bild samt en kort sammanfattning i området (2) och (3).

REPETERA.NU TYVÄRR VAR DITT SVAR FEL! 1

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$
 2

**KIRCHHOFFS LAGAR (2/6)**

**Använd Kirchhoffs strömlag:**

Summan av samtliga elektriska strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.

Se formeln i bilden till vänster.

Försök igen! 3

COPYRIGHT © 2010 REPETERA.NU.

Skärmdump-5: Tips

Skärmdump-5 visar ett exempel på den feedback användaren presenteras med vid ett felaktigt svar. (1) visar i detta fall en formel och (2) visar en tillhörande förklaring som kan hjälpa denne att lösa uppgiften vid nästa försök.

För en komplett sampling av allt innehåll i systemet, se Bilaga-2 och Bilaga-3.

## 5 Resultat och analys

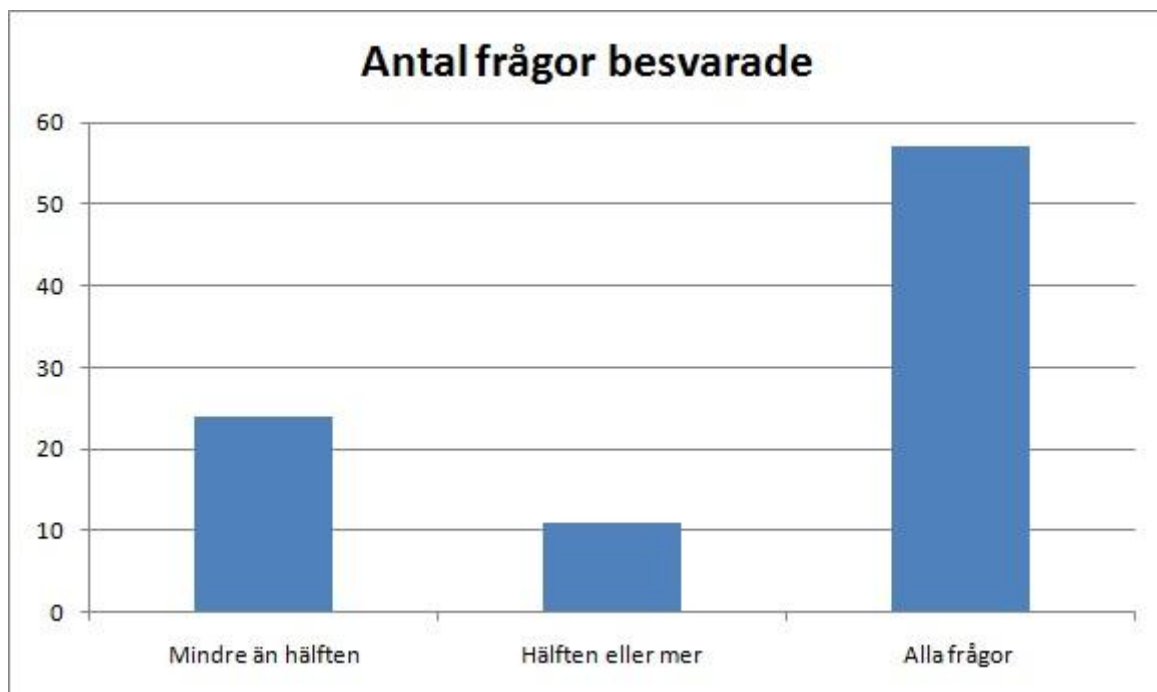
I detta avsnitt kommer vi dels att presentera resultat från vår kvantitativa undersökning, och dels att presentera och analysera resultat från vår kvalitativa undersökning. Anledningen till att vi inte bedriver all analys i ett eget avsnitt är att vi upplever att analysen av den kvalitativa undersökningen gör sig bäst i direkt samband med resultaten av densamma. Vi upplever även att detta är det mest naturliga sättet att presentera en analys på och därför har vi inget enskilt avsnitt för enbart resultat i den här rapporten.

### 5.1 Systemanvändning

En del av den kvantitativa undersökningen gick ut på att lagra information om systemanvändandet i en databas. Följande information är hämtad ur databasen där vi lagrade alla användares uppgifter och statistik.

Totalt var det 92 av 110 kursregistrerade studenter som använde vår repetitionsplattform. Av dessa 110 kursregistrerade registrerade sig 101 stycken i systemet, och av dessa började 92 att använda systemet.

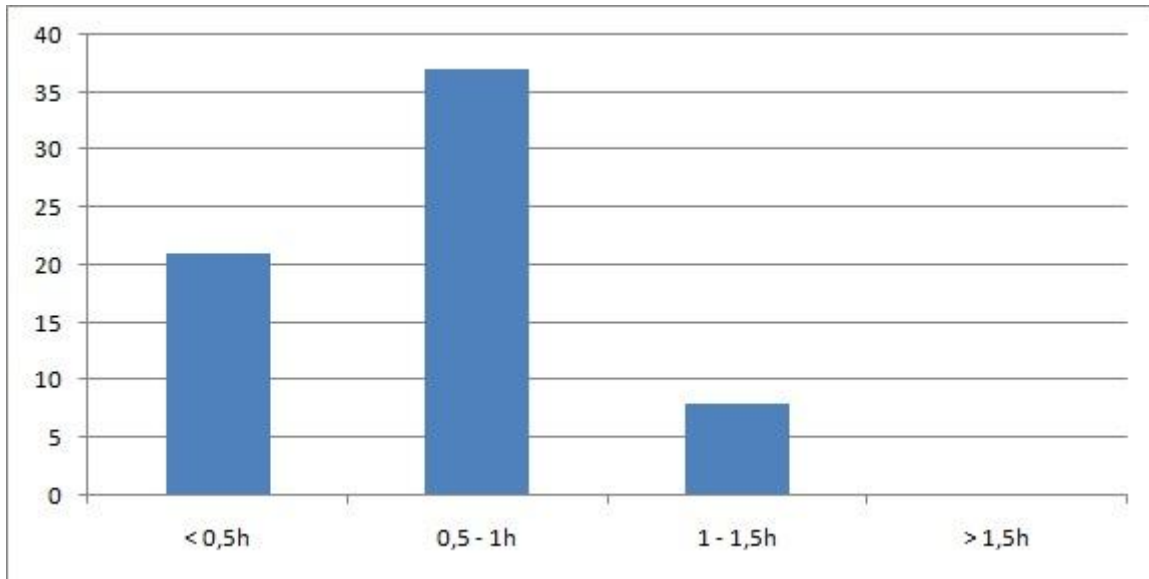
Graf-1 nedan visar fördelningen av antal frågor besvarade bland studenterna. Totalt svarade 57 personer (62 %) på alla frågor i systemet, 11 personer (12 %) besvarade hälften eller fler av alla frågor och 24 personer (26 %) besvarade färre än hälften av alla frågor.



Graf-1: Antal frågor besvarade (Se fråga 1b i bilaga 1)

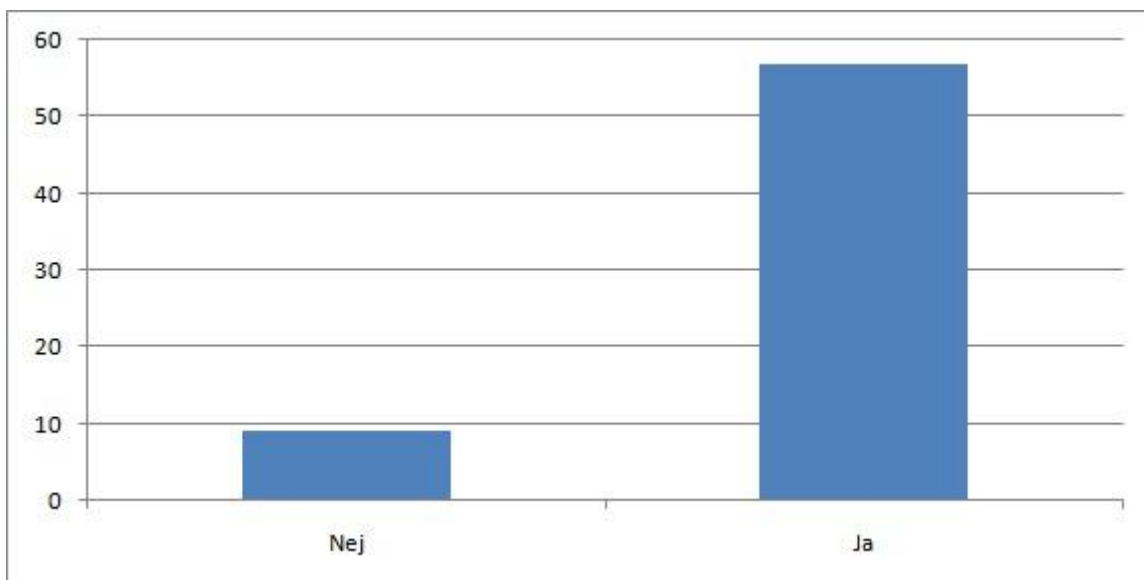
## 5.2 Alternativsvar från enkätundersökning

Den andra delen av den kvantitativa undersökningen gick ut på att bedriva en enkätundersökning. Utvärderingsenkäten besvarades utav 66 personer varav 31 från Grupp 1 och 35 från Grupp 2.



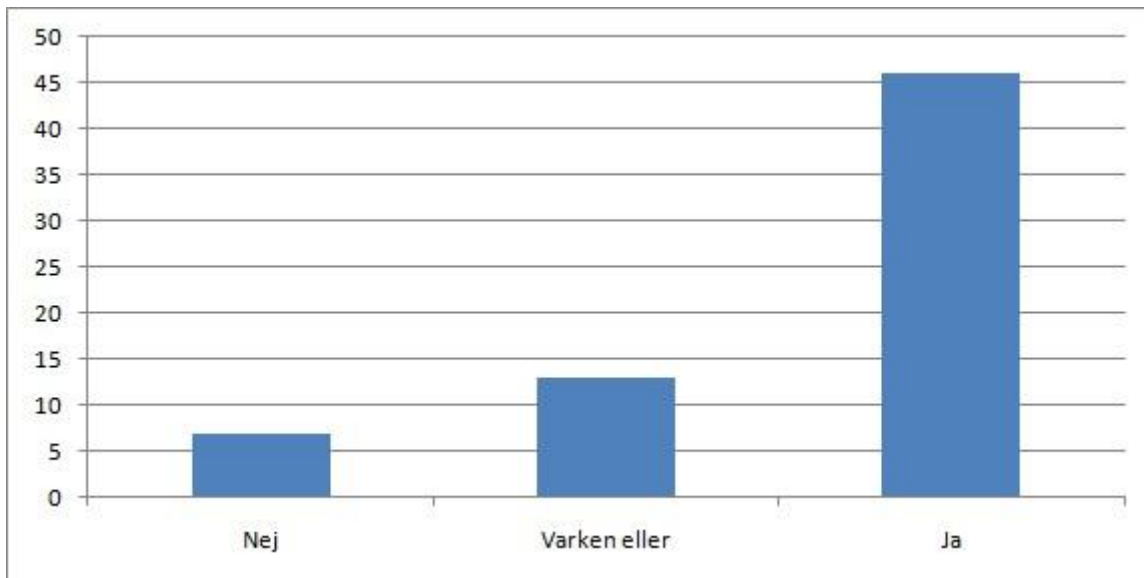
*Graf-2: Tidsåtgång (Se fråga 1d i bilaga 1)*

Graf-2 visar den tid som folk lade ner på användningen av systemet. Utav de 66 som besvarade enkäten ägnade 37 personer (56 %) 0,5 – 1h till repetitionen med systemet.



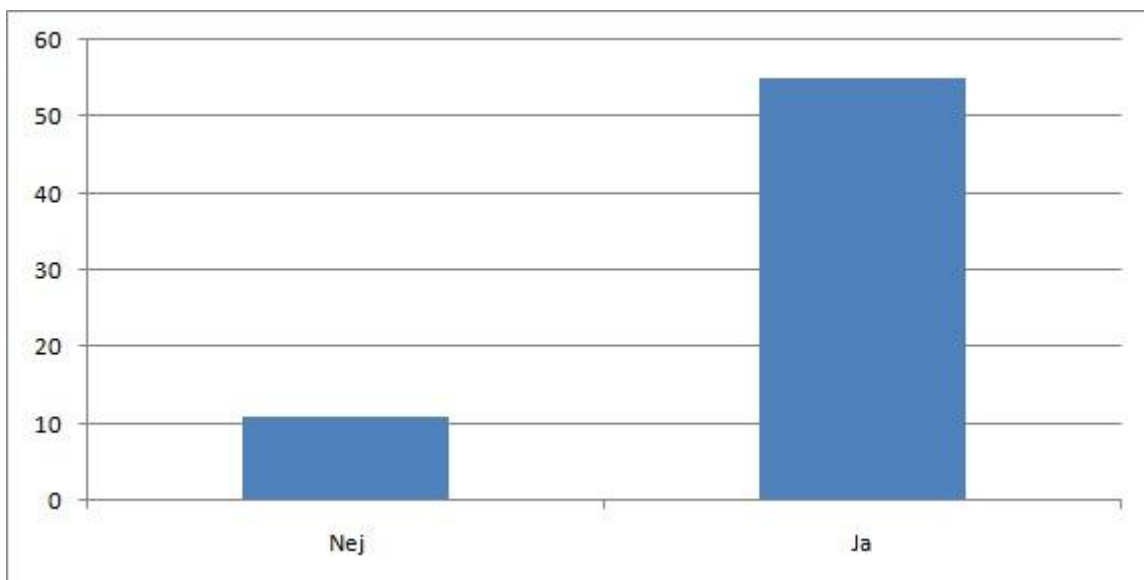
*Graf-4: Lämplighet (Se fråga 2 i bilaga 1)*

Graf-4 visar svaren på huruvida studenterna ansåg inlärningsmetoden lämplig för repetition inför laborationer eller inte. 57 utav 66 (c:a 86 %) svarade ja.



*Graf-5: Ökad förståelse av laboration (Se fråga 3 i bilaga 1)*

Graf-5 visar huruvida studenten kände att denne fick ökad förståelse av laborationen då de använt repetitionssystemet jämfört med den gången då de inte gjorde det. Resultatet visar att 46 utav de 66 svarande (c:a 70 %) ansåg att de fick ökad förståelse.



*Graf-6: Fortsatt användning (Se fråga 4 i bilaga 1)*

Sista frågan på enkäten tog reda på hur många utav användarna som skulle vilja använda systemet i fortsättningen på kommande laborationer. Resultatet speglas i Graf-6 ovan. 55 stycken svarade ja (c:a 83 %) och resterande 11 svarade nej.



### 5.3 Gruppdiskussion och fritextsvar från enkäten

Gruppdiskussionen hade 5 stycken deltagande studenter. Här redogör vi för sammanfattningar och utvalda kommentarer från gruppdiskussionen samt utvalda kommentarer från fritextsvaren i utvärderingsenkäten, allting uppdelat utifrån diskussionsämne. Detta material utgör vår kvalitativa undersökning. Nedanstående ämnesordning överensstämmer inte med diskussionsordningen.

#### **Eventuell ökad förståelse av laborationen efter användning av systemet jämfört med användning av systemet respektive utan.**

En viktig fråga att få svar på är naturligtvis om systemet faktiskt bidrar till en ökad förståelse av laborationsutförandet och den bakomliggande teorin. För att försäkra oss om att en eventuell ökad förståelse verkligen beror på systemanvändningen ställde vi fråga 3 i Bilaga 1. Vi diskuterade även samma frågeställning mer ingående i gruppdiskussionen.

*“Eftersom innehållet i systemet hade relevans för labben och man fick helt klart för sig vilka delar man förväntades ha koll på så lärde man sig grymt mycket!”*

*“Det var verkligen jättebra att få repetera inför labben, lärde mig mycket när man tvingades repetera innan.”*

*“Ja, man kunde ägna mer tid åt själva labben och slapp tänka på hur och vilka formler man skulle använda. Man kunde då lägga mer tid på att försöka förstå hur labben funkade.”*

Ovanstående kommentarer speglar det faktum att den allmänna inställningen till systemet var positiv. Då vi uppmanade studenterna att ge så ärliga och korrekta svar som möjligt antar vi att den kvalitativa undersökningen ger en sanningsenlig uppfattning av systemets positiva och negativa egenskaper.

*“Den labben jag inte använde repetera var väldigt svår, då jag inte fick en överblick på vad jag förväntades kunna.”*

*“Jag använde inte systemet till labb 2 och jag gjorde heller inga förberedelseuppgifter, jag gjorde bara det som stod i labpeket och hade egentligen ingen aning om vad jag gjorde.”*

Den kvalitativa undersökningen visar klart på att systemets innehåll och utformning bidrog positivt till studenternas förståelse av laborationerna. Det verkar onekligen som att repetition av förväntade förkunskaper gör mycket för att öka förståelsen av både bakomliggande teori och tillhörande praktik när det gäller laborationer.

## Om systemet i allmänhet och andra möjliga användningsområden

*“Det var väldigt bra med tipsen när man svarade fel, samt förklaringen av svaret när man svarade rätt.”*

*“Det hjälpte verkligen att man kunde se vilka delar man klarat, man motiverades att fortsätta.”*

*“Det är bekvämt och man sparar mycket tid.”*

*”Jag tyckte att det var jobbigt att skickas tillbaka ett steg när man svarat fel. Däremot fick det mig att tänka efter lite extra.”*

Att basera systemet på programmerad inläring har visat sig vara ett framgångsrikt beslut. Även fast inlärningsmetoden kunde väcka frustration så bidrog den mycket till ökad förståelse.

*“Systemet skulle fungera i de allra flesta typer av laborationer.”*

*“I vågrörelseläran skulle vi behövt ett sådant här system. Där hade man behövt mer förberedelser inför alla labbar.”*

De flesta laborationer kräver förkunskapskrav på exempelvis bakomliggande teori, förhållningsregler och säkerhetsföreskrifter för labbsalar. Mycket av denna information skulle med enkelhet kunna läggas in för repetition i systemet och därmed kunna tillgodoses på ett bättre sätt. Den kvalitativa undersökningen visar på att många laborationer skulle kunna dra nytta av systemet.

## Möjliga förbättringar av systemet

Utöver att ta reda på huruvida systemet var en bra repetitionsmetod eller inte syftade examensarbetet även till att undersöka vilka eventuella förbättringar av systemet som kan göras. Framförallt under gruppdiskussionen delade deltagarna med sig utav sina tankar kring möjliga förbättringar av systemet. Här nedan följer några förslag.

Faktumet att man blev tillbakaskickad till frågan innan om man svarade fel på en fråga var ett återkommande diskussionsämne under gruppdiskussionen. Det föreslogs en modifiering av systemet vari man lagrar flera variationer av samma fråga så att man aldrig behövde svara på exakt samma fråga igen. Detta för att undvika att bara tanklöst svara samma sak som innan.

För att kunna tillämpa systemet i flera sammanhang skulle man kunna bygga in stöd för utökade möjligheter till frågekonstruktion. I nuläget består en fråga i systemet av en bild, en textruta och en ruta med svarsalternativ. (Se Skärmdump-3.) Frågorna skulle kunna utökas med multimedialt innehåll som exempelvis ljudfiler, videofiler eller interaktiva applikationer och på så sätt ge fler möjligheter till fördjupad förståelse.

Ytterligare en möjlig förbättring var om systemet lagrade information om vilka frågor användaren svarade rätt eller fel på, så att man kunde återgå till frågor i samma område i slutet av repetitionen.

*“Man skulle kunna lägga liknande uppgifter som de man svarat fel på i slutet av repetitionen, så att man måste repetera dessa delar lite extra. Exempel: De här grejerna hade du svårt för, därför går vi igenom dem igen.”*

Nedan exemplifieras ytterligare en återkommande synpunkt som framkom under den kvalitativa undersökningen.

*“Det skulle vara ännu bättre om frågorna i systemet förankrades lite mer till vad som praktiskt skulle utföras på labben.”*

Av bekvämlighetsskäl ville flera ha en tydlig beskrivning i systemet av vad de skulle göra på labben. Om man hade denna beskrivning skulle man kunna göra en koppling i varje fråga i systemet till ett moment i labben. Detta skulle kunna leda till att bilden för vad som skulle användas när skulle bli tydligare.

## 6 Diskussion och slutsats

Syftet med det här kandidatexamensarbetet var att undersöka om ett webbaserat system baserat på programmerad inläring kan få studenter att uppleva en ökad förståelse för laborationer genom att repetera nödvändiga förkunskaper. Då ingen form av poängsättning skedde i examinationsmomentet för laborationerna, samt att alla deltagande och engagerade studenter gavs betyget P kunde utvärderingen endast göras baserat på studenternas upplevelse. Behaviorismen, som står till grund för Programmerad inläring, fokuserar på mätbara faktorer såsom beteende och miljö, snarare än av omätbara faktorer såsom individens egna uppfattningar, tankar och drömmar. Med detta i åtanke kan vår kombination av inlärningsmetod och utvärderingsteknik anses något paradoxal eftersom vår utvärdering grundas just på studenternas upplevelse av laborationerna. Man får dock tänka på att vårt experiment inte enbart bestod av ett inläringssystem som repeterar förkunskaper, utan att en lika viktig del av experimentet var att studenterna omsatte dessa förkunskaper i praktik under laborationerna. Utvärderingen skedde alltså inte med avseende på resultatet från repetitionen, utan snarare på repetitionens inverkan på den upplevda förståelsen av själva laborationen.

Enligt kursdeltagarnas åsikter har projektet varit en framgång och resultaten talar för att ett system såsom Repetera.nu skulle kunna gynna studenternas förståelse i laborationssammanhang. Tidsåtgången som kan ses i Graf-2 visar att användningen av systemet inför en laboration aldrig låg över 1,5 timmar, samtidigt som 70 % (Enligt Graf-3) ansåg sig få ökad förståelse av den laborationen till vilken systemet använts. Om denna tidsuppspoffring innebär att studenten går ifrån att endast *klara* laborationen till att faktiskt *förstå* teorin bakom varje moment får detta ses som en relativt liten arbetsinsats. Enligt Graf-4 ville 86 % använda systemet även på de övriga laborationerna i kursen vilket vi tolkar som att kursdeltagarna tyckte att den arbetsinsats som krävdes under inläringen på Repetera.nu lönade sig under laborationen.

De frågor som återstår efter att ha analyserat resultaten är; om systemanvändningen inför laborationer ledde till ökad förståelse, skulle det då också ge samma resultat i samband med andra moment? Har systemet potential att användas som ett förberedelsehjälpmedel inför exempelvis föreläsningar? Vi tror alltså att det finns potential i system liknande det vi presenterat i detta arbete, och med rätt resurser skulle man garanterat kunna ta det hela flera steg längre. Framförallt skulle multimedialt innehåll kunna lyfta kvaliteten markant, dvs. att man istället för långa textstycken och komplicerade bilder kunde integrera videoklipp med demonstrationer eller delar av föreläsningar. Kanske är det just denna aspekt av systemet som krävs för att få alla kursdeltagare att orka delta.

Vi anser att vidare studier i området kan vara värt en satsning från KTH:s sida i avsikt att motverka trenden av oavslutade kurser och uppskjuten examen.



# Litteraturförteckning

Attiyeh, R.E., Bach G.L., & Lumsden, K.G. (1969). The Efficiency of Programmed Learning in Teaching Economics: The Results of a Nationwide Experiment. *The American Economic Review* (AER), 59(2), 217 - 23

Brits, H.J. (u å). Focus group interviews as qualitative evaluation instrument for public and private institutions of higher learning: A reflection on a case study of a public university in South Africa. Tillgänglig på:  
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sQHao74vwD0J:www.intconfhighered.org/Brits-PRESENTATION%2520OF%2520FGI%27S%2520PUBLIC%2520AND%2520PRIVATE%2520INSTITUTIONSL.doc>  
[Besökt 5 Mars, 2010]

Ellington, H. (1987). *How to design programmed learning materials*. RGIT, Aberdden: CICED Publications.

George Boeree, C.,(1998). Behaviorism.  
Tillgänglig på: <http://webspace.ship.edu/cgboer/beh.html> [Besökt 13 Mars 2010]

Huitt, W., & Hummel, J. (1997). An introduction to operant (instrumental) conditioning. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University. Tillgänglig på:  
<http://www.edpsycinteractive.org/topics/behsys/operant.html> [Besökt 5 Mars 2010].

Högskoleverket (2010). Fortsatt minskning av antalet avlagda examina i högskolan. Tillgänglig på:  
[http://www.hsv.se/download/18.1839bb35126d10c70cb7ffe570/minskning-antal-examina2010\\_4.pdf](http://www.hsv.se/download/18.1839bb35126d10c70cb7ffe570/minskning-antal-examina2010_4.pdf)  
[Besökt den 9 maj 2010]

Kungliga Tekniska Högskolan (2005). Årsredovisning. Tillgänglig på:  
[http://www.kth.se/dokument/om/redovisningar\\_rapporter/ar05.pdf](http://www.kth.se/dokument/om/redovisningar_rapporter/ar05.pdf) [Besökt den 9 maj 2010]

Kungliga Tekniska Högskolan (2009). Årsredovisning. Tillgänglig på:  
[http://www.kth.se/dokument/om/redovisningar\\_rapporter/ar09.pdf](http://www.kth.se/dokument/om/redovisningar_rapporter/ar09.pdf) [Besökt den 9 maj 2010]

Kulik, C-L.C., Schwalb, B.J., & Kulik, J.A. (1982). Programmed instruction in secondary education: A metaanalysis of evaluation findings. *Journal of Educational Research*, 75, (sid 133-138)

Kulik, J.A., Cohen, P.A., Ebeling, B.J. (1980). Effectiveness of programmed instruction in higher education: A meta-analysis of findings. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 2, (sid 51-64)

Malmlöf, A., (2008). Mikroinläring med spaced repetition för mobiltelefoner och datorer, (sid. 34). Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Manis, M. (1971). *Kognitiva Processer*. Stockholm: Wahlström & Widstrand.

Nätverket Utvärderarna. (2004) Seminarium om Enkätkonstruktion.  
Hämtat den 5 maj 2010 från <http://www.statskontoret.se/utvarderarna/pdf/traff0403.pdf>

Pérez-Quiñones, Manuel (1996). A Collaborative Model of Feedback in Human-Computer Interaction. Tillgänglig på: <http://www.sigchi.org/chi96/proceedings/papers/Perez/map1txt.htm> [Besökt 29 Apr 2010]

Skinner, B.F., (1968). Development of methods of preparing materials for teaching machines. George

Washington University.

Skinner, B.F., (1974). About behaviorism. Sid 18. New York: Knopf.

Skinner, B.F., (1984). The shame of American education. *American Psychologist*, 39, (sid 947-54).

Strandvall, T., (2000). Internet som stöd för inläring och distansutbildning, (kap. 2). Åbo Akademi, Åbo.

Tillgänglig på: <http://www.vasa.abo.fi/users/tstrandv/kapitel21.htm> [Besökt 5 Mars 2010].

Thomar, C.A., Davies, I.K., Openshaw, D., & Bird, J.B. (2007). *Programmed Learning in Perspective: A Guide to Program Writing*. London: Lamson Technical Products

U.S. Department of Education (2009). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*.

Tillgänglig på: <http://www2.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf> [Besökt 10 Maj 2010]

Watson, J.B., (1913). Psychology as the Behaviorist Views it, *Psychological Review*, 20, (sid 158-177).

# Bilagor

## Bilaga 1 - Utvärderingsenkät

### *Repetera.nu - Utvärderingsenkät*

OBS! Om du inte har använt systemet kan du bortse från denna enkät

**1a.** Vilken grupp tillhör du? (Kryssa i ditt svar)

Grupp 1

Grupp 2

**1b.** Ungefär hur många frågor svarade du på? (Kryssa i ditt svar)

1-4

5-9

10-13

Alla

**1c.** Hur goda anser du att dina förkunskaper var i området (Mätvärdesinsamling och filtrering) INNAN användningen av systemet?

(Ringa in ditt svar 1-4, 4=Mycket goda)

1   2   3   4

**1d.** Uppskatta den totala tid du satt med systemet (Kryssa i ditt svar)

< 0,5h

0,5 - 1h

1- 1,5h

> 1,5h

**1e.** Betygssätt användningen av systemet, var det lätt/svårt (Ringa in ditt svar)

(4 = lättast)

1   2   3   4

**1f.** Utveckla gärna ditt ovanstående svar med en rad eller två!

---

---

---



2. Tycker du att inlärningsmetoden lämpar sig för repetition av förkunskaper inför laborationer som dessa?

- Ja
- Nej

Motivera!

---

---

---

---

---

3. Upplevde du att du fick en ökad förståelse utav laborationen när du använde systemet jämfört när du inte gjorde det? (Kryssa i ditt svar)

- Nej, det blev krångligare med systemet
- Nej, systemet gjorde varken till eller från
- Ja, jag fick en ökad förståelse

Utveckla gärna ditt ovanstående svar med en rad eller två eller sju!

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Skulle du vilja använda systemet på resterande labbar i elektroteknik?

- Ja
- Nej

## Bilaga 2 – Innehåll laboration 1

Powered by Highslide JS

**Ingen bild tillgänglig**

### KIRSCHHOFFS LAGAR (1/6)

Vad innebär Kirchhoffs strömlag?

- Summan av samtliga strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.
- Summan av samtliga strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av hälften av strömmarna som flyter från samma nod.
- Summan av alla potentialer i en sluten slinga är lika med noll.
- Summan av alla potentialer oavsett tecken är alltid positiv.

**Svara**

Fråga 1 - Kirschhoffs lagar (1/6)

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (1/6)

I varje nod (knutpunkt, förgreningspunkt) gäller att summan av de strömmar vars positiva riktning går in mot noden är lika med summan av alla de strömmar vars positiva riktning går ut från noden.

Se formel i bilden till vänster. (Klicka för förstoring)

**Försök igen!**

Tips 1 - Kirschhoffs lagar (1/6)

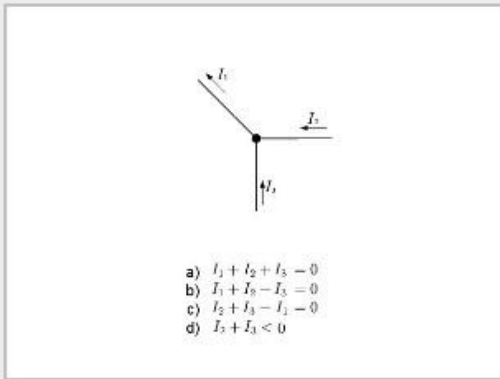


## KIRCHHOFFS LAGAR (1/6)

Bra jobbat!

Gå vidare!

*Rätt svar 1 - Kirschhoffs lagar (1/6)*



### KIRSCHHOFFS LAGAR (2/6)

Vilken av följande ekvationer beskriver kopplingsschemat korrekt? (Se bild. Klicka för förstoring.)

- A  
 B  
 C  
 D

Svara

Fråga 2 - Kirschhoffs lagar (2/6)

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (2/6)

#### Använd Kirchhoffs strömlag:

Summan av samtliga elektriska strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.

Se formeln i bilden till vänster.

Försök igen!

Tips 2 - Kirschhoffs lagar (2/6)

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (2/6)

Bra jobbat!

**Kirchhoffs strömlag:** Summan av samtliga elektriska strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.

Gå vidare!

Rätt svar 2 - Kirschhoffs lagar (2/6)

Ingen bild tillgänglig

### KIRCHHOFFS LAGAR (3/6)

Vad innebär Kirchhoffs spänningslag?

- Summan av alla potentialer i en sluten slinga oavsett tecken är alltid noll.
- Summan av alla potentialer i en sluten slinga är alltid mer än noll
- Summan av alla potentialer i en öppen slinga är lika med noll
- Summan av alla potentialer i en sluten slinga är lika med noll

Svara

Fråga 3 - Kirschhoffs lagar (3/6)

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (3/6)

Undersök Kirchhoffs spänningslag i bilden till vänster och försök igen.

Försök igen!

Tips 3 - Kirschhoffs lagar (3/6)



### KIRCHHOFFS LAGAR (3/6)

Härligt! Vi går vidare!

Gå vidare!

Rätt svar 3 - Kirschhoffs lagar (3/6)



a)  $U_1 + U_2 + U_3 = 0$   
b)  $U_3 + U_1 = U_2$   
c)  $U_1 - U_2 - U_3 = 0$   
d)  $U_2 + U_3 + U_1 = 0$

**KIRCHHOFFS LAGAR (4/6)**

Wilken av följande ekvationer beskriver kopplingsschemat korrekt? (se bild)

A  
 B  
 C  
 D

[Svara](#)

Fråga 4 - Kirschhoffs lagar (4/6)

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

**KIRCHHOFFS LAGAR (4/6)**

**Använd Kirchhoffs spänningslag:**  
Summan av alla potentialer i en sluten slinga är lika med noll

[Försök igen!](#)

Tips 4 - Kirschhoffs lagar (4/6)



**KIRCHHOFFS LAGAR (4/6)**

Bravo! Nu är vi klara med spänningslagen!

**Kom ihåg:** Summan av alla potentialer i en sluten slinga är alltid lika med noll.

[Gå vidare!](#)

Rätt svar 4 - Kirschhoffs lagar (4/6)

$$\begin{aligned} 3x + 2y - z &= 1 \\ 2x - 2y + 4z &= -2 \\ -x + \frac{1}{2}y - z &= 0 \end{aligned}$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (5/6)

Lös ekvationssystemet i bilden. (Ekvationssystem återkommer mycket under kursen)

X =

Y =

Z =

Fråga 5 - Kirschhoffs lagar (5/6)

$$\begin{aligned} 3x + 2y - z &= 1 \\ 2x - 2y + 4z &= -2 \\ -x + \frac{1}{2}y - z &= 0 \end{aligned}$$

### KIRCHHOFFS LAGAR (5/6)

Kontrollera ditt svar och försök igen, det här behöver du ha koll på.

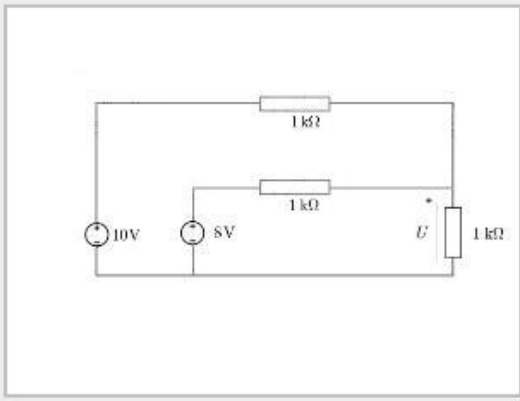
Tips 5 - Kirschhoffs lagar (5/6)



### KIRCHHOFFS LAGAR (5/6)

Helt riktigt! Du verkar behärska det här med ekvationssystem!

Rätt svar 5 – Kirschhoffs lagar (5/6)



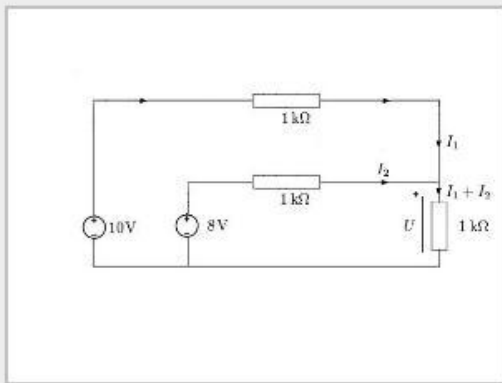
### KIRCHHOFFS LAGAR (6/6)

Beräkna spänningen  $U$  med hjälp av Kirchhoffs lagar. (Se bild. Klicka för förstoring.)

$U =$   V

Svara

Fråga 6 - Kirschhoffs lagar (6/6)



### KIRCHHOFFS LAGAR (6/6)

Se bilden till vänster, använd införda beteckningar för strömmen och ställ upp ett ekvationssystem.

#### Kirchhoffs strömlag:

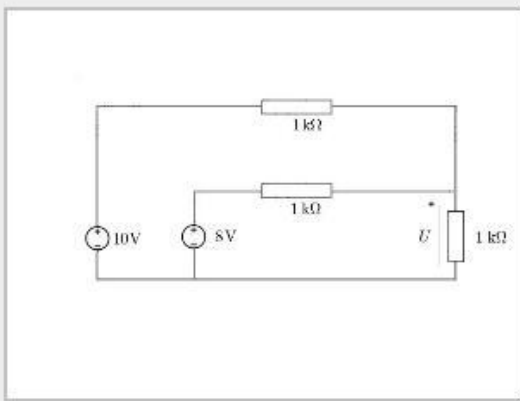
Summan av samtliga elektriska strömmar som flyter till en viss nod är lika med summan av samtliga strömmar som flyter från samma nod.

#### Kirchhoffs spänningslag:

Summan av alla potentialer i en sluten slinga är lika med noll.

Försök igen!

Tips 6 - Kirschhoffs lagar (6/6)



### KIRCHHOFFS LAGAR (6/6)

Ingen match för dig! Nu är det dags för nästa del, lycka till!

Gå vidare!

Rätt svar 6 - Kirschhoffs lagar (6/6)





### VOLTMETERKOPPLING (1/5)

Vad används en voltmeter till?

- Till att mäta hur snabbt ett batteri minskar sin potential.
- Till att mäta potentialskillnaden mellan två punkter i en elektrisk krets.
- Till att mäta spänningen i ett batteri relativt en resistor.
- Till att mäta strömmen i en punkt.

Svara

Fråga 7 – Voltmeterkoppling (1/5)



### VOLTMETERKOPPLING (1/5)

**Ledtråd:**

Elektrisk spänning (U) är en skillnad i elektrisk potential mellan två punkter.

Försök igen!

Tips 7 – Voltmeterkoppling (1/5)

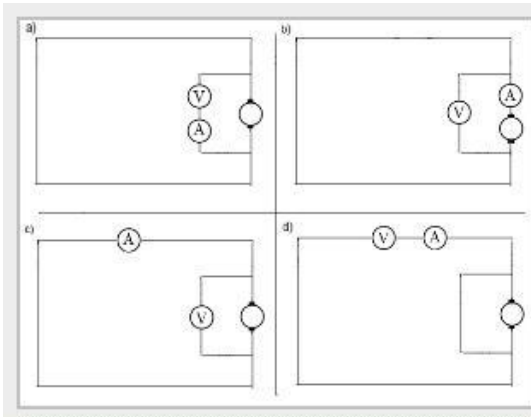


### VOLTMETERKOPPLING (1/5)

Det här går ju toppenbra! Nu tittar vi på lite kopplingscheman!

Gå vidare!

Rätt svar 7 – Voltmeterkoppling (1/5)



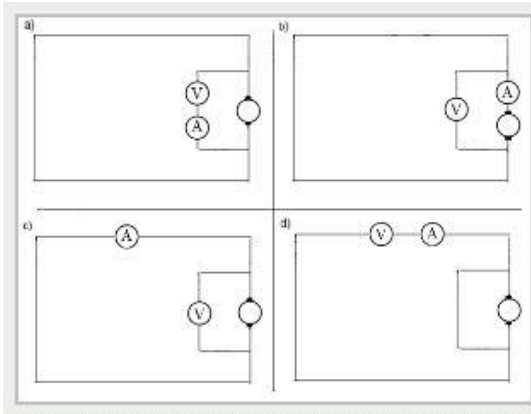
### VOLTMETERKOPPLING (2/5)

Förstora bilden till vänster. Vilket kopplingsätt är bäst för att mäta spänningen över komponenten?

- A
- B
- C
- D

Svara

Fråga 8 – Voltmeterkoppling (2/5)



### VOLTMETERKOPPLING (2/5)

**Kom ihåg:**

Du vill endast mäta spänningen som ligger över komponenten.

**Inte** spänningen som ligger över amperemätaren.

Försök igen!

Tips 8 – Voltmeterkoppling (2/5)



### VOLTMETERKOPPLING (2/5)

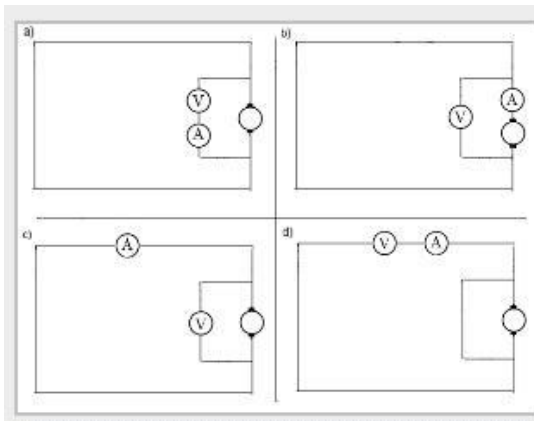
**Mycket bra!**

Du vet hur spänning ska mätas!

Inre voltmeterkoppling ska användas eftersom voltmetern då mäter den verkliga spänningen över komponenten.

Gå vidare!

Rätt svar 8 – Voltmeterkoppling (2/5)



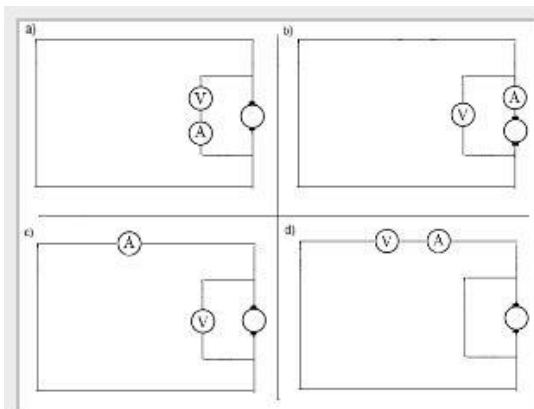
### VOLTMETERKOPPLING (3/5)

Förstora bilden till vänster. Vilket kopplingsätt är bäst för att mäta strömmen genom komponenten?

- A
- B
- C
- D

Svara

Fråga 9 – Voltmeterkoppling (3/5)



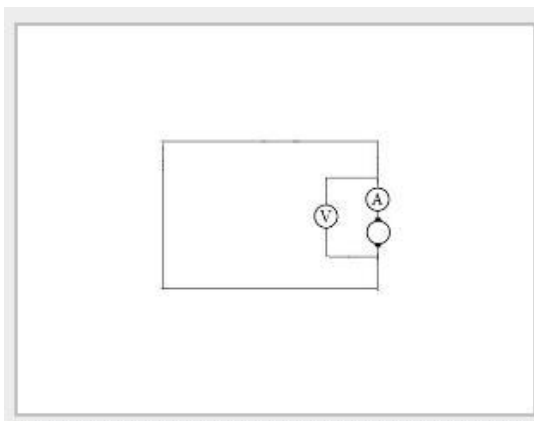
### VOLTMETERKOPPLING (3/5)

**Kom ihåg:**

Du vill endast mäta strömmen som går genom komponenten!

Försök igen!

Tips 9 – Voltmeterkoppling (3/5)



### VOLTMETERKOPPLING (3/5)

**Det här går ju strålande!**

Det här kallas **yttre voltmeterkoppling** och ska användas eftersom du vill mäta den verkliga strömmen genom komponenten.

Förstora bild och kom ihåg:

Yttre voltmeterkoppling.

Gå vidare!

Rätt svar 9 – Voltmeterkoppling (3/5)



### VOLTMETERKOPPLING (4/5)

Vilka egenskaper vore ideala för amperemeter och voltmeter vid mätning av ström och spänning?

- En ideal voltmeter har ingen resistans och en ideal amperemeter har oändligt hög resistans.
- En ideal voltmeter har exakt samma resistans som amperemetern.
- Varken voltmeter eller amperemetern har någon resistans över huvud taget.
- En ideal voltmeter har oändligt hög resistans och en ideal amperemeter har ingen resistans alls.

Svara

Fråga 10 – Voltmeterkoppling (4/5)



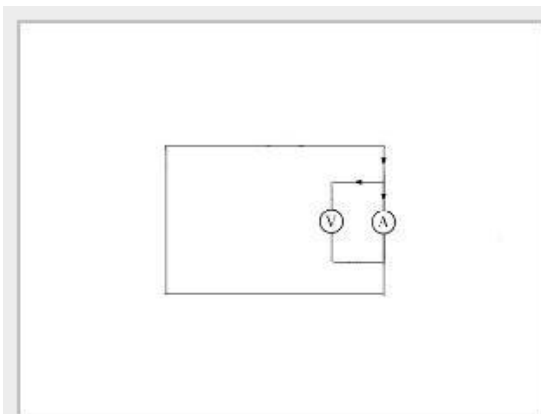
### VOLTMETERKOPPLING (4/5)

**Tips:**

Man vill att så mycket av strömmen som möjligt går igenom amperemetern och att så lite av strömmen som möjligt går igenom voltmeter.

Försök igen!

Tips 10 – Voltmeterkoppling (4/5)



### VOLTMETERKOPPLING (4/5)

**Bra!**

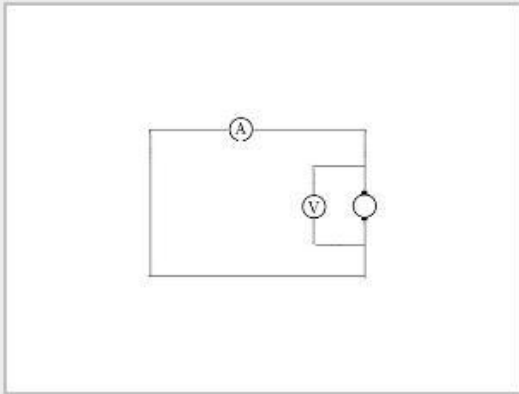
**Se bild:**

Vid mätning av ström vill man att all ström ska gå genom amperemetern och så liten del som möjligt ska genom voltmeter.

Några voltmätare som inte släpper genom någon ström eller amperemätare helt utan resistans finns inte, men det vore idealt.

Gå vidare!

Rätt svar 10 – Voltmeterkoppling (4/5)



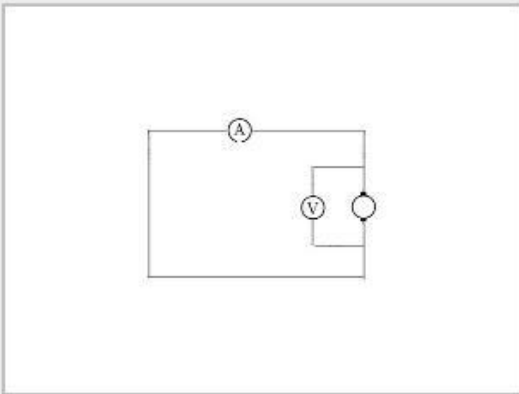
### VOLTMETERKOPPLING (5/5)

När är inre voltmeterkoppling bra?

- När man vill mäta spänningen över en komponent så korrekt som möjligt.
- När man vill mäta strömmen genom en komponent så korrekt som möjligt.
- När man vill avleda så mycket av strömmen som möjligt från komponenten.
- När man vill seriekoppla flera komponenter.

Svara

Fråga 11 – Voltmeterkoppling (5/5)



### VOLTMETERKOPPLING (5/5)

**Tips:**

Inre voltmeterkoppling innebär att du mäter spänningen enbart över en viss komponent.

Försök igen!

Tips 11 – Voltmeterkoppling (5/5)

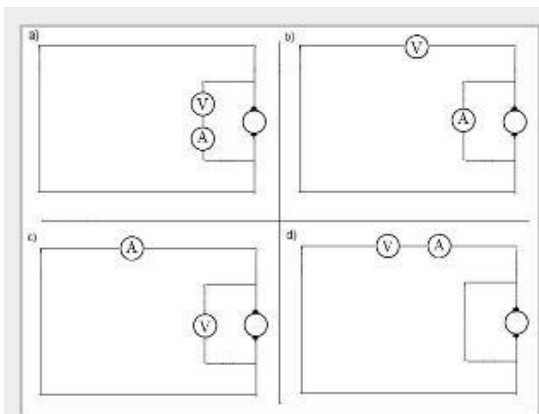


### VOLTMETERKOPPLING (5/5)

Det här går ju som på räls!

Gå vidare!

Rätt svar 11 – Voltmeterkoppling (5/5)



### LIKSTRÖMSMOTORN (1/3)

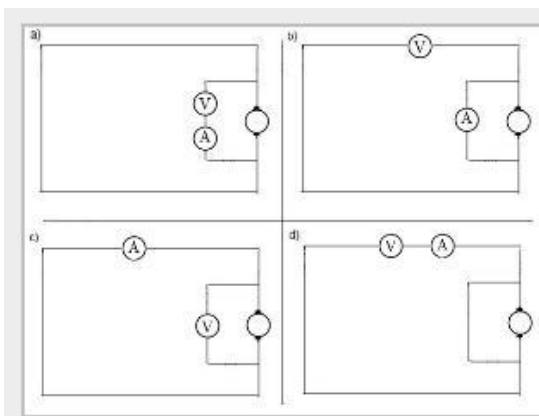
Förstora bilden till vänster.

Hur ska man placera mätinstrumenten för **INRE** voltmeterkoppling?

- A
- B
- C
- D

Svara

Fråga 12 – Likströmsmotorn (1/3)



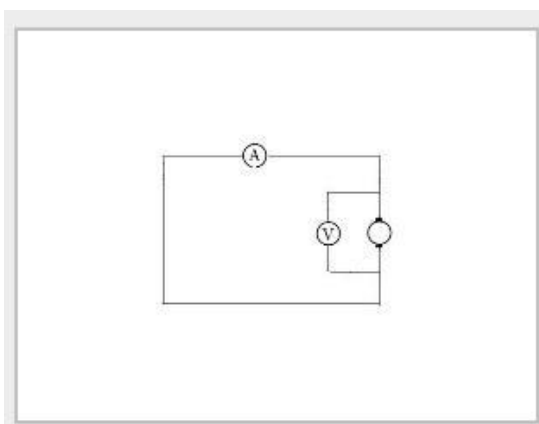
### LIKSTRÖMSMOTORN (1/3)

**Ledtråd:**

Tänk på att du vill mäta enbart spänningen över likströmsmotorn, inte över amperemetern.

Försök igen!

Tips 12 – Likströmsmotorn (1/3)



### LIKSTRÖMSMOTORN (1/3)

**Bravo!**

Bilden till vänster visar en inre voltmeterkoppling.

Inre voltmeterkoppling innebär att voltmeter visar korrekt spänning och att amperemetern visar för stor ström.

Gå vidare!

Rätt svar 12 – Likströmsmotorn (1/3)





### LIKSTRÖMSMOTORN (2/3)

Strömmen du vill mäta är för stor för din amperemeters säkring. Hur går du till väga för att ändå mäta den verkliga strömmen?

(Du får inte köpa en ny amperemeter)

- Du kopplar in amperemetern parallellt med komponenten.
- Du kopplar in en voltmeter över komponenten och mäter strömmen genom den.
- Du använder en spänningsdelare.
- Du använder en s.k. Strömshunt.

Svara

Fråga 13 – Likströmsmotorn (2/3)



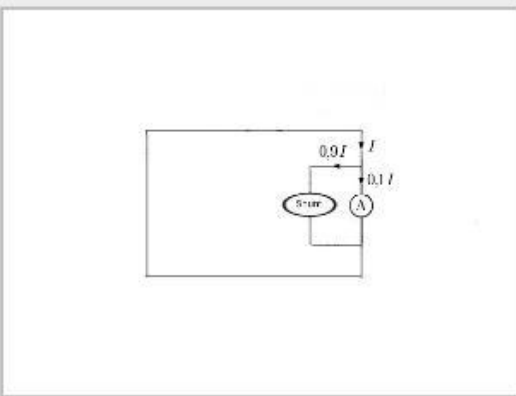
### LIKSTRÖMSMOTORN (2/3)

#### Ledtråd:

Fundera på om du kan använda någon komponent som delar upp strömmen.

Försök igen!

Tips 13 – Likströmsmotorn (2/3)



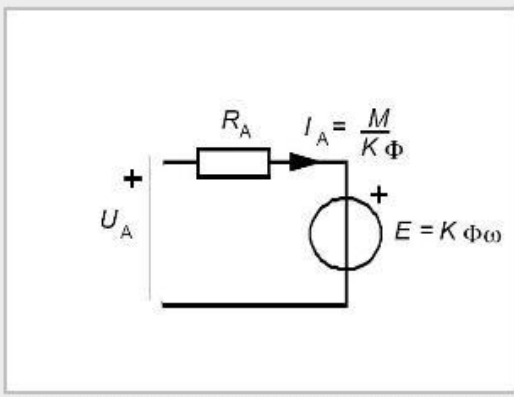
### LIKSTRÖMSMOTORN (2/3)

En Strömshunt är en komponent som omdirigerar ström runt en punkt i en krets. I det här fallet en amperemeter. På så sätt klarar amperemetern av att mäta strömmen och eftersom mängden ström som omdirigeras är känd kan den ursprungliga strömmen beräknas.

Se exempel till vänster.

Gå vidare!

Rätt svar 13 – Likströmsmotorn (2/3)



### LIKSTRÖMSMOTORN (3/3)

En obelastad likströmsmotor roterar med **6000** varv/min vid märkspänning **42V** (Se bild).

Vilken spänning ska motorn drivas med för att tomgångsvarvtalet ska bli **4000** varv/min?

U =  V

Svara

Fråga 14 – Likströmsmotorn (3/3)

$$\omega_0 = \frac{U_A}{K\Phi}$$

### LIKSTRÖMSMOTORN (3/3)

Snyggt!

Tomgångsvarvtalen är proportionella mot ankarspänningen.

Nu är du redo att tackla Labb-1

Lycka till!

Gå vidare!

Tips 14 – Likströmsmotorn (3/3)

$$\omega_0 = \frac{U_A}{K\Phi}$$

### LIKSTRÖMSMOTORN (3/3)

Ledtråd:

Se formeln för vinkelhastighet till vänster.

Försök igen!

Rätt svar 14 – Likströmsmotorn (3/3)



## Bilaga 3 – Innehåll laboration 2

$$f_s/2 > f$$

**VIKNINGSDISTORTION (1/4)**

Tyvärr var ditt svar fel

Se formeln till vänster och försök igen!

Fråga 1 – Vikningsdistortion (1/4)

$$f_s/2 > f$$

**VIKNINGSDISTORTION (1/4)**

Bra jobbat!

Osäker på vad sampling innebär? Klicka [här](#) (nytt fönster)

Samplingsteoremet innebär att samplingen måste ske med en frekvens som är minst dubbla signalens frekvens annars blir resultatet på mätningen lägre än signalens verkliga frekvens, det vill säga fel.

Se formel till vänster (**Bilderna förstoras av klick**).

Tips 1 – Vikningsdistortion (1/4)

# Ingen bild tillgänglig

**VIKNINGSDISTORTION (1/4)**

Hur lyder samplingsteoremet (även kallat Nyquiststeoremet)?

För att korrekt återge en signal med den högsta frekvensen  $f$ ...

- ...måste den samplas med en samplingsfrekvens högre än  $2f$
- ...måste den samplas med en samplingsfrekvens lägre än  $2f$
- ...måste den samplas med exakt samma frekvens
- ...måste den samplas med en samplingsfrekvens på minst  $0.5f$

Rätt svar 1 – Vikningsdistortion (1/4)

Ingen bild tillgänglig

### VIKNINGSDISTORTION (2/4)

Vad innebär vkningsdistortion (även kallat aliasing)?

- En samplad signal förvrängs så att den släcks ut
- En samplad signal återges korrekt
- En samplad signal återges med förvrängd amplitud men med korrekt frekvens
- En samplad signal återges med förvrängd frekvens

Svara

Fråga 2 – Vkningsdistortion (2/4)

Ingen bild tillgänglig

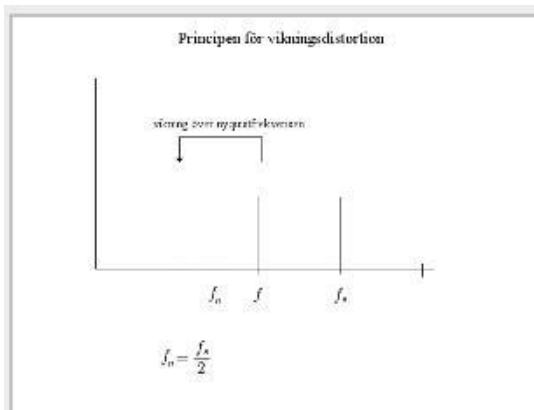
### VIKNINGSDISTORTION (2/4)

**Ledtråd:**

Signalfrekvensen uppträder delvis på fel frekvens.

Försök igen!

Tips 2 – Vkningsdistortion (2/4)



## VIKNINGSDISTORTION (2/4)

Precis!

**Nyquistteoremet fungerar enligt följande:**

Vi har en signal vi vill sampla (**f**) och den samplingsfrekvens vi använder (**f<sub>s</sub>**)

Utöver detta har vi också den s.k. Nyquistfrekvensen (**f<sub>n</sub>**) som är hälften av samplingsfrekvensen ( $f_s/2$ )

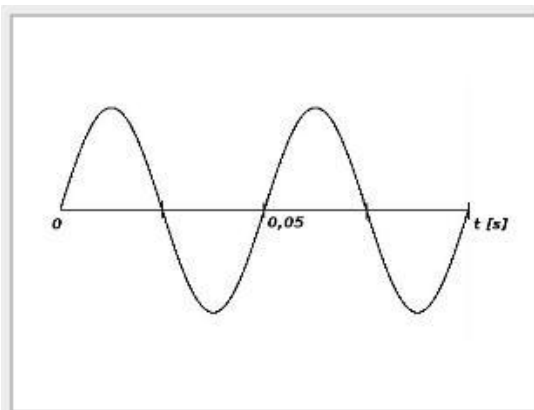
Samplingssteomet (Nyquistteoremet) säger att samplingsfrekvensen (**f<sub>s</sub>**) ska vara mer än dubbla signalfrekvensen (**f**), alltså vill vi inte att Nyquistfrekvensen (**f<sub>n</sub>**) ska ligga under signalfrekvensen (**f**) (som på bilden).

Om detta sker resulterar det i s.k. "vikning" (klicka på bilden för förstoring) - därav namnet vinkningsdistortion.

Signalfrekvensen (**f**) "viks" (eller speglas) över Nyquistfrekvensen och uppträder på fel frekvens.

[Gå vidare!](#)

Rätt svar 2 – Vinkningsdistortion (2/4)



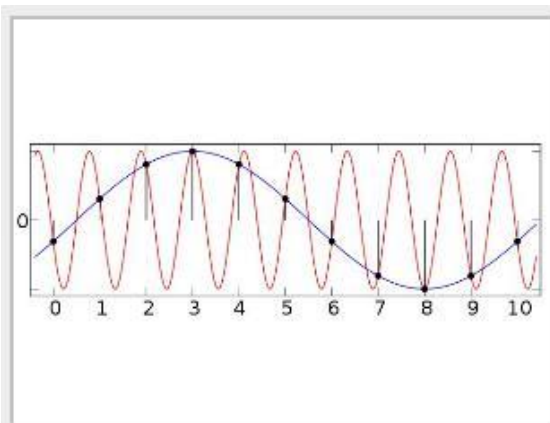
### VIKNINGSDISTORTION (3/4)

Vilken av följande samplingsfrekvenser är den lägsta du bör använda vid sampling av signalen till vänster?

- 50hz
- 20hz
- 35hz
- 75hz

Svara

Fråga 3 – Vikningsdistortion (3/4)



### VIKNINGSDISTORTION (3/4)

Inte helt rätt!

Kom ihåg samplingsteoremet, du vill använda minst dubbla signalfrekvensen som samplingsfrekvens!

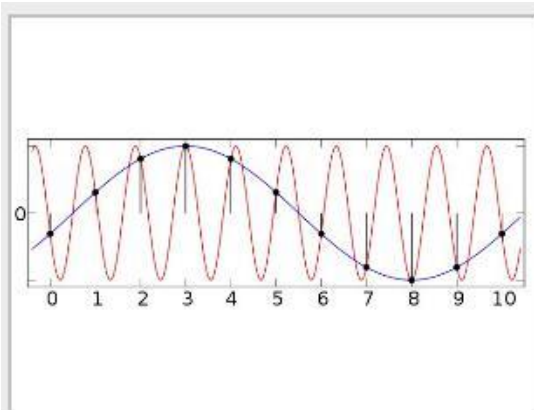
Bilden till vänster visar vad som händer om samplingsfrekvensen är för låg.

Röd = Signal

Blå = Samplad signal

Försök igen!

Tips 3 – Vikningsdistortion (3/4)



### VIKNINGSDISTORTION (3/4)

Bra jobbat!

Du vill använda minst dubbla signalfrekvensen som samplingsfrekvens!

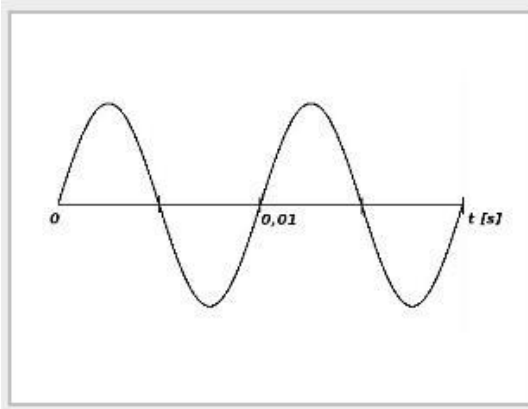
Bilden till vänster visar vad som händer om samplingsfrekvensen är för låg.

Röd = Signal

Blå = Samplad signal

Gå vidare!

Rätt svar 3 – Vikningsdistortion (3/4)



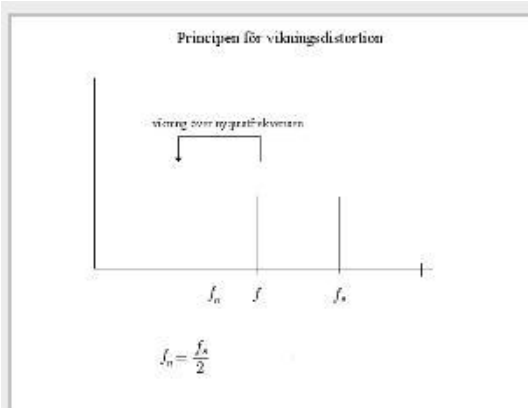
#### VIKNINGSDISTORTION (4/4)

Du samplar signalen till vänster med en samplingsfrekvens på 150hz, hur återges signalen vid rekonstruktion?

- Signalen återges med frekvensen 100hz
- Signalen återges med frekvensen 50hz
- Signalen återges med frekvensen 150hz
- Signalen återges med frekvensen 75hz

Svara

Fråga 4 – Vikningsdistortion (4/4)



#### VIKNINGSDISTORTION (4/4)

Tyvärr var ditt svar fel!

Nyquistteoremet fungerar enligt följande:

Vi har en signal vi vill sampla (**f**) och den samplingsfrekvens vi använder (**fs**)

Utöver detta har vi också den s.k. Nyquistfrekvensen (**fn**) som är hälften av samplingsfrekvensen ( $f_s/2$ )

Samplingsteoremet (Nyquistteoremet) säger att samplingsfrekvensen (**fs**) ska vara mer än dubbla signalfrekvensen (**f**), alltså vill vi inte att Nyquistfrekvensen (**fn**) ska ligga under signalfrekvensen (**f**) (som på bilden).

Om detta sker resulterar det i s.k. "vikning" (se bild) - därav namnet vikningsdistortion. Signalfrekvensen (**f**) "viks" (eller speglas) över Nyquistfrekvensen och uppträder på fel frekvens.

Försök igen!

Tips 4 – Vikningsdistortion (4/4)



#### VIKNINGSDISTORTION (4/4)

Helt riktigt, nu kan du vikningsdistortion!

Gå vidare!

*Rätt svar 4 – Vikningsdistortion (4/4)*

Ingen bild tillgänglig

### FILTER (1/5)

Vad används filter till inom signalbehandling?

- till att addera frekvenser till en signal
- till att dämpa oönskade frekvenser i en signal
- till att öka amplituden i en signal
- till att endast släppa genom signaler med en viss fasförskjutning

Svara

Fråga 5 – Filter (1/5)

Ingen bild tillgänglig

### FILTER (1/5)

#### Ledtråd:

Filter är en samlad benämning på processteg som ändrar ett materials eller en signals egenskaper eller innehåll genom att skilja dess komponenter åt.

Försök igen!

Tips 5 – Filter (1/5)



## FILTER (1/5)

Helt riktigt!

De vanligaste typerna av filter är:

- Lågpasfilter
- Bandpassfilter
- Högpasfilter

I den här labben kommer vi fokusera på lågpasfilter!

Ett exempel på användning av lågpasfilter är i högtalarsystem. Signalen som skickas till baslådan vill vi filtrera från höga frekvenser och skickar den därför genom ett lågpasfilter. Vi låter alltså endast de låga frekvenserna passera.

Gå vidare!

*Rätt svar 5 – Filter (1/5)*



Ingen bild tillgänglig

### FILTER (2/5)

Vilket av följande alternativ är en egenskap hos analoga filter?

- Det samplar en analog signal
- Det omvandlar digitala signaler till analoga
- Det modifierar en digital signal
- Det modifierar en fysisk signal

Svara

Fråga 6 – Filter (2/5)

Ingen bild tillgänglig

### FILTER (2/5)

#### Tips:

Ordet "analog" i signalsammanhang innebär kontinuerlig.

Försök igen!

Tips 6 – Filter (2/5)



### FILTER (2/5)

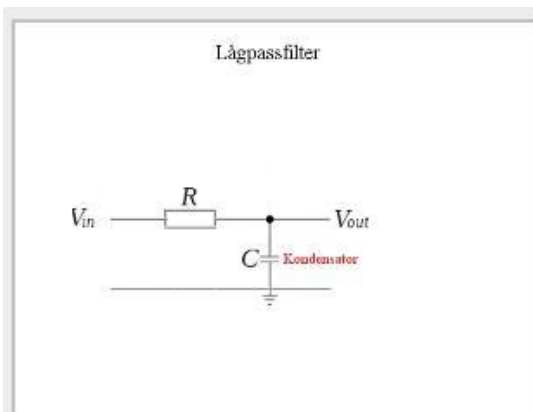
Bravo!

Ett **analogt filter** består utav fysiska komponenter som manipulerar den verkliga, kontinuerliga signalen.

Ett **digitalt filter** omvandlar först den verkliga, kontinuerliga signalen till ett antal siffervärden (ettor och nollor) och manipulerar värdena genom matematiska operationer. Sedan omvandlas siffervärdena tillbaka till en kontinuerlig, nu filtrerad signal.

Gå vidare!

Rätt svar 6 – Filter (2/5)



### FILTER (3/5)

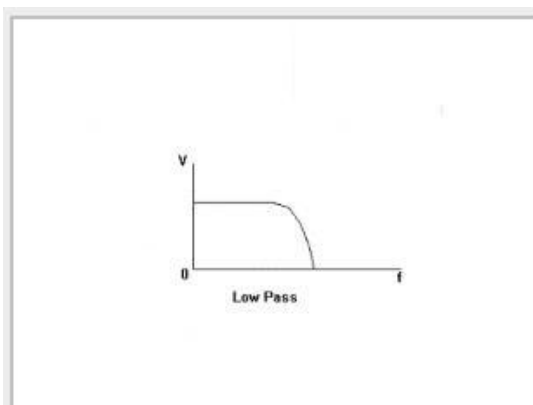
Många typer av analoga filter innehåller kondensator. (Se schema över lågpassfilter till vänster)

Vilken egenskap hos kondensatorer gör att man vill använda dem i filter?

- De släpper genom högre frekvenser och blockerar lägre
- De kan lagra energi i ett elektriskt fält
- De består av plattor som har motsatt laddning
- De är billiga att tillverka

Svara

Fråga 7 – Filter (3/5)



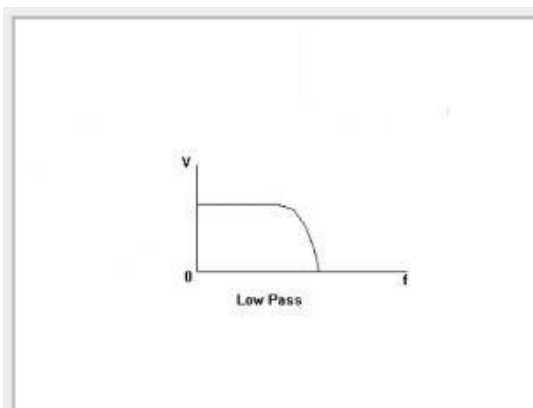
### FILTER (3/5)

Ledtråd:

se bild.

Försök igen!

Tips 7 – Filter (3/5)



### FILTER (3/5)

Du är ju rätt bra på det här!

Beskåda bilden till vänster. Kolla hur signalen dör ut vid högre frekvenser, det är tack vare kondensatorn!

Gå vidare!

Rätt svar 7 – Filter (3/5)

Ingen bild tillgänglig

### FILTER (4/5)

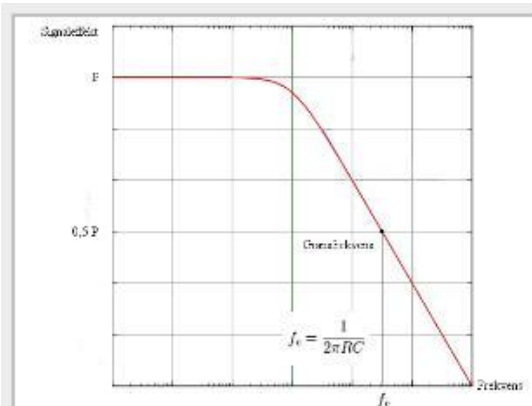
Vad innebär gränshfrekvens hos ett lågpassfilter?

Den frekvens vid vilken...

- ...filtret slutar att dämpa signalen
- ...filtret ej längre kan ta emot signalen
- ...filtret inte släpper genom någon signal alls
- ...filtret dämpat signaleffekten till hälften

Svara

Fråga 8 – Filter (4/5)



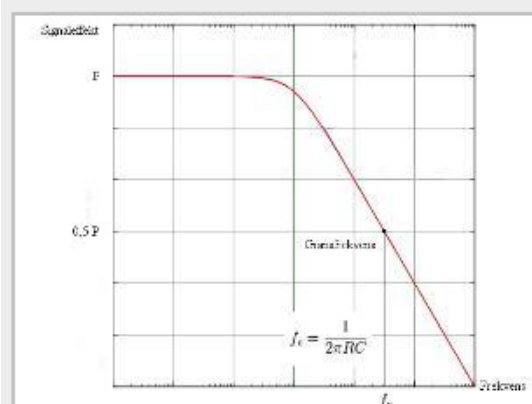
### FILTER (4/5)

Ledtråd:

Bilden kan ge dig en ledtråd...

Försök igen!

Tips 8 – Filter (4/5)



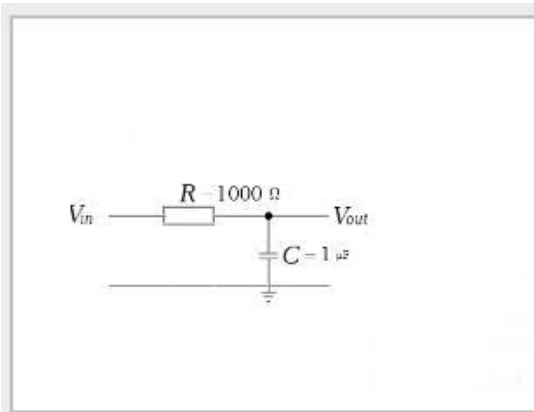
### FILTER (4/5)

Snyggt!

Ta en titt på bilden till vänster. Gränshfrekvensen i ett analogt filter går att räkna ut med formeln som visas där. Skriv ner den vettja (du kommer behöva den)!

Gå vidare!

Rätt svar 8 – Filter (4/5)



### FILTER (5/5)

Till vänster ser du schemat för ett filter, beräkna filtrets gränshfrekvens.

**AVRUNDA TILL HELTAL!!!**

f =  Hz

Svara

Fråga 9 – Filter (5/5)

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

### FILTER (5/5)

Det var tyvärr fel!

**Tips:**

Använd formeln!

Försök igen!

Tips 9 – Filter (5/5)



### FILTER (5/5)

WOW! Nu behärskar du både vikningsdistortion och filtrering!

Nu kör vi sista delen! Heja heja!

Gå vidare!

Rätt svar 9 – Filter (5/5)

Ingen bild tillgänglig

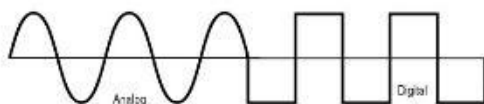
### A/D-OMVANDLING (1/3)

Vad gör en A/D-omvandlare?

- Deriverar en analog signal
- Gör signalen kompatibel med en dvärgbrytare (automatsäkring)
- Konverterar en analog signal till digital data
- Konverterar en analog signal till efter Kristi födelse

Svara

Fråga 10 – A/D-omvandling (1/3)



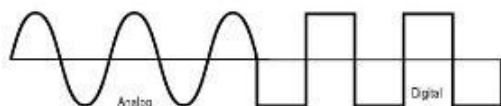
### A/D-OMVANDLING (1/3)

Ledtråd:

bilden!

Försök igen!

Tips 10 – A/D-omvandling (1/3)



### A/D-OMVANDLING (1/3)

Ja!

En A/D-omvandlare konverterar en analog signal till digital data

Kolla bilden!

Gå vidare!

Rätt svar 10 – A/D-omvandling (1/3)

Ingen bild tillgänglig

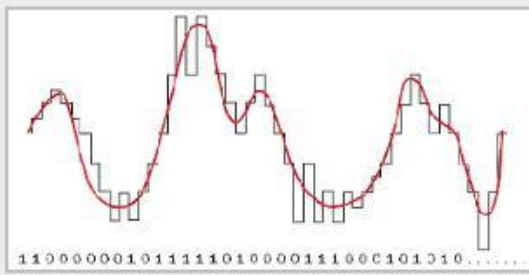
### A/D-OMVANDLING (2/3)

Vad innebär kvantisering?

- Framtagandet av effektivvärdet i en signal
- Att dela upp signalen i kvantmekaniska enheter
- Att tilldela varje sampel ett binärt värde.
- Att filtrera bort brus från en signal

Svara

Fråga 11 – A/D-omvandling (2/3)



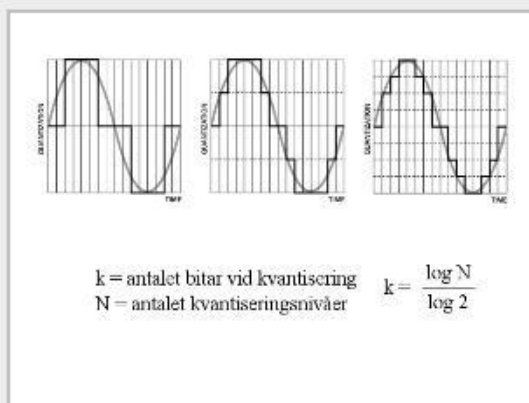
### A/D-OMVANDLING (2/3)

Ledtråd:

Tolka bilden

Försök igen!

Tips 11 – A/D-omvandling (2/3)



### A/D-OMVANDLING (2/3)

Helt riktigt!

Kvantisering är oftast det sista som sker i omvandlingen från analog signal till en digital signal. Efter samplingen måste varje sampelvärde avrundas till närmaste kvantiseringnivå - kvantiseras. Ju fler nivåer desto större precision och bättre återskapning av den ursprungliga signalen (mindre kvantiseringfel), men också mer data att överföra, och fler beräkningar att göra.

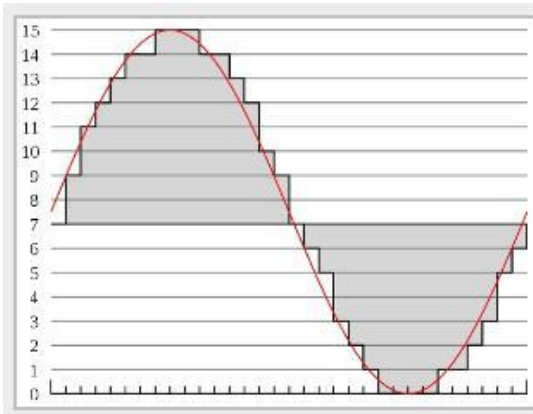
Antalet kvantiseringnivåer bestäms av **Bitdjupet** man väljer att använda (bilden visar tre kvantiseringar med olika bitdjup).

Tips:

Anteckna formeln i bilden. Den använder du för att räkna ut antalet bitar vid givet antal kvantiseringnivåer.

Gå vidare!

Rätt svar 11 – A/D-omvandling (2/3)



### A/D-OMVANDLING (3/3)

Hur många bitar har använts vid kvantiseringen av signalen till vänster? (se bild)

- 4
- 8
- 15
- 16

Svara

Fråga 12 – A/D-omvandling (3/3)

$$k = \frac{\log N}{\log 2}$$

k = antalet bitar vid kvantisering  
N = antalet kvantiseringssteg

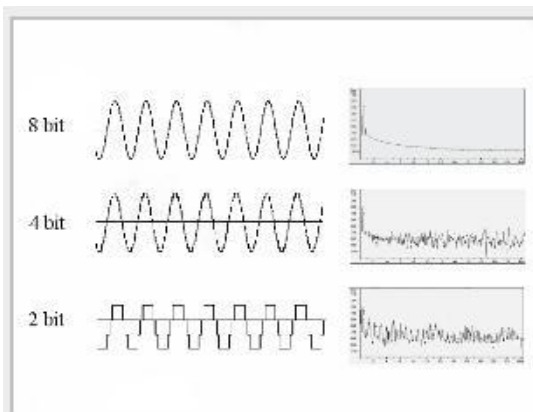
### A/D-OMVANDLING (3/3)

**Tips:**

Formeln till vänster.

Försök igen!

Tips 12 – A/D-omvandling (3/3)



### A/D-OMVANDLING (3/3)

Härligt!

**Läs:**

Antalet bitar i kvantiseringen avgör hur stort signal-brusförhållande (SNR) den digitala signalen får. Ju färre bitar som används vid kvantiseringen, ju mer brus introduceras.

Se bilden till vänster:

Samma signal är samplad med tre olika bitdjup. Till höger i bilden ser ni skillnaden i brus. Är det inte sjukt vad stor skillnad det är?

Nu är du redo att tackla labben! Tack för att du tog dig tid!

Gå vidare!

Rätt svar 12 – A/D-omvandling (3/3)

