

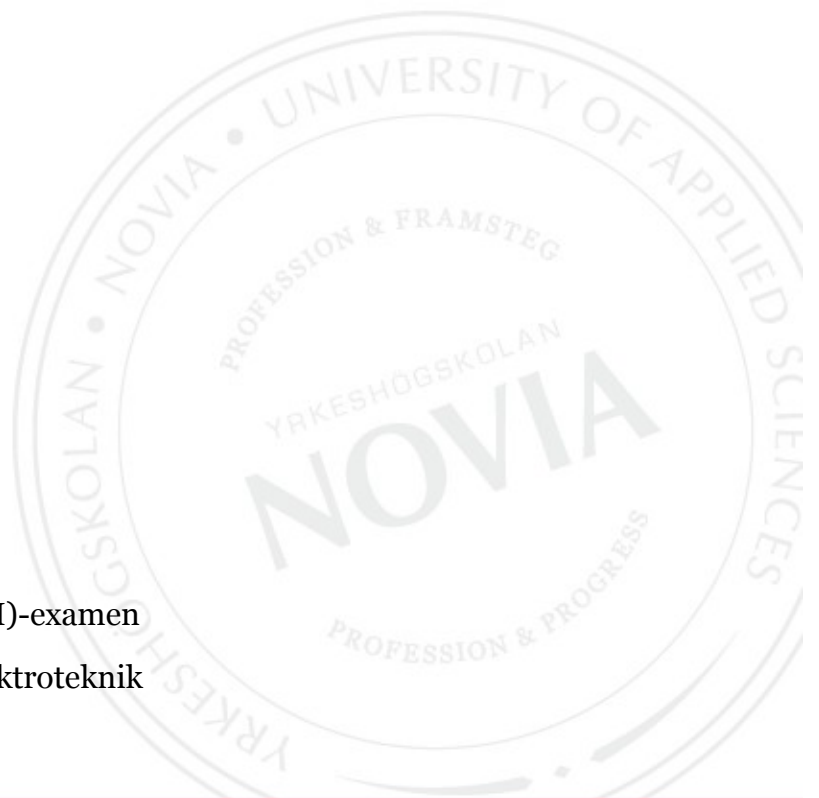
Att förbättra säkerheten i provbänk för elmaskiner

KJELL SKYTTE

Examensarbete för ingenjör(YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Vasa 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Kjell Skytte
Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Vasa
Inriktningsalternativ/Fördjupning: Elkraftsteknik
Handledare: Martti Hokkanen

Titel: *Att förbättra säkerheten i provbänk för elmaskiner*

1.4 2012

18 sidor

6 bilagor

Abstrakt

Examensarbetet gick ut på att förbättra säkerheten i en provbänk för elmaskiner i undervisningsbruk. Provbänken är från 1970-talet och tillverkad av Terco Ab, Sverige. Regelverket för elsäkerheten kring testutrustning ligger på en annan nivå idag, jämfört med då utrustningen införskaffades. Huvudmomenten i examensarbetet är att beskriva den befintliga anläggningen; provköra de olika testmaskinerna och konstatera deras funktion; undersöka uppdateringsmetod och tillhörande standarder. Målet att få en trygg fungerande provbänk för elmaskiner har uppnåtts.

Språk: svenska

Nyckelord: provbänk, elmaskiner, säkerhetsadapter

Förvaras: Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Kjell Skytte
Degree programme: Electrical Engineering
Specialization: Electrical power engineering
Supervisor: Martti Hokkanen

Title: *Improving the safety of a workbench for electrical machines*

1 April 2012

18 pages

6 appendices

Abstract

The thesis work includes improving the safety of a workbench for electrical machines, used in educational purposes. The workbench, which was made in the 1970s, has been produced by the Swedish company Terco Ab. The rules regarding electrical safety for test equipment are on a higher level today than what they were when the equipment was procured. The main elements of the thesis work are describing the existing equipment, running tests on different kinds of test machines to establish their functions, researching updating methods as well as belonging standards. The goal of getting a safely working workbench for electrical machines has been achieved.

Language: Swedish Key words: workbench, electrical machines, safety adapter

Filed at: Theseus.fi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

ABSTRAKT

ABSTRACT

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning.....	1
1.1 Uppdragsgivare.....	1
1.2 Projektet.....	1
1.3 Provbänken.....	2
2. Historik.....	3
2.1 Roterande elmaskiner.....	4
2.2 Likströmsmotorn.....	4
2.3 Växelströmsmotorn.....	5
3 Uppdateringsuppgiften.....	6
3.1 Elsäkerhet.....	6
3.2 Elektriskt beröringsskydd.....	7
3.3 Mekaniskt hållbarhet.....	7
3.4 Mekaniskt beröringsskydd.....	8
4 Laborationer.....	8
4.1 Likströmsmaskinen.....	8
4.1.1 Likströmsmotor laboration.....	8
4.1.1.1. Shuntmotorn.....	9
4.1.1.2. Seriemotorn.....	9
4.1.1.3. Kompoundmotorn.....	10
4.1.1.4. Separatmagnetiserad motor.....	10

4.1.2 Likströmgenerator, laboration.....	11
4.1.2.1. Shuntgeneratorn.....	11
4.1.2.2. Separatmagnetiserad generator.....	11
4.1.2.3. Kompoundgenerator.....	11
4.1.2.4. Seriegenerator.....	12
4.2 Växelströmsmaskiner.....	12
4.2.1 Asynkronmaskinen som motor.....	12
4.2.1.1 Asynkronmaskin, laboration.....	13
4.2.2 Asynkronmaskinen som generator.....	13
4.2.3 Synkronmaskinen	13
4.2.3.1 Synkronmaskinen som motor.....	14
4.2.3.2 Synkronmaskinen som generator.....	14
4.2.3.2.1 Synkrongenerator, laboration.....	14
5 Resultat.....	15
6 Utvärdering och diskussion.....	15
7 Källförteckning.....	17
Bilagor	

ATT FÖRBÄTTRA SÄKERHETEN I PROVBÄNK FÖR ELMASKINER

1 Inledning

I detta dokument förklaras hur man kan gå tillväga för att förbättra säkerheten hos en provbänk för elmaskiner. I undersökningen presenteras även till provbänken hörande elmaskiner och med laborationsexempel, ett antal driftsegenskaper man kan påvisa genom dessa.

1.1 Uppdragsgivare

Yrkesakademin i Österbotten, tidigare Svenska yrkesinstitutet (SYI), dess el-avdelning, har verkat som uppdragsgivare och erbjöd mig möjligheten att bekanta mig med deras provbänk för elmaskiner. Skolan har varit verksam över i ett halvt sekel på samma plats och verkade en lång tid under namnet Österbottens central yrkesskola (ÖCY).

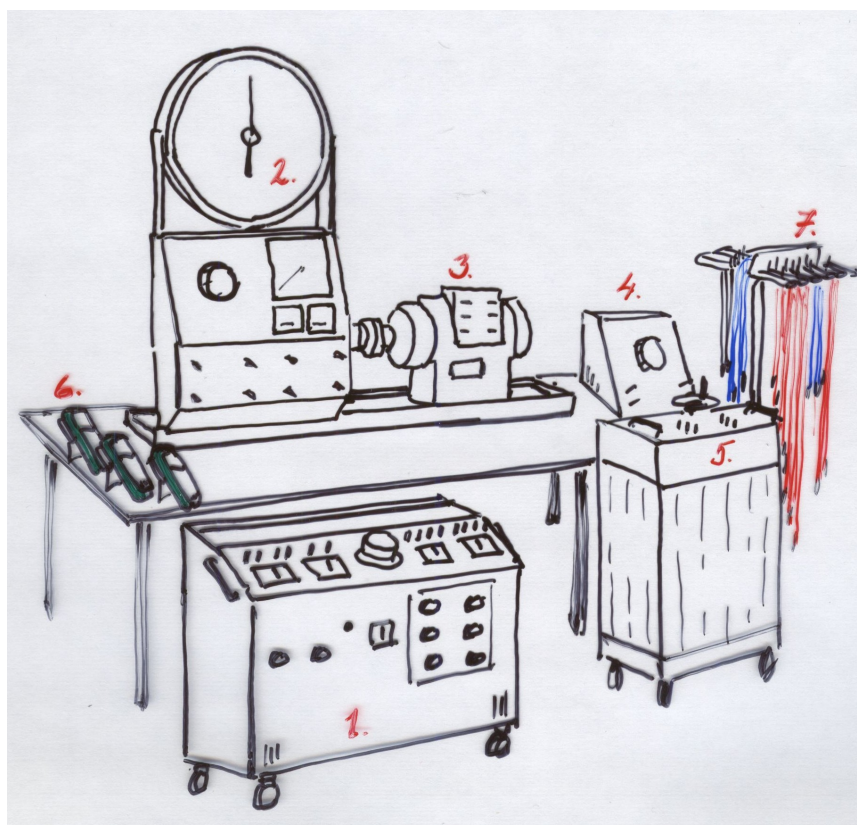
1.2 Projektet

Som tidigare nämnts handlar detta lärdomsprov om att undersöka möjligheten att förbättra säkerheten i den provbänk för elmaskiner som finns på elavdelningen. Med tiden blir den utrustning som för stunden är modern, ohjälpligt föråldrad. Synen på elsäkerheten kring användandet av elmaskiner har gradvist skärpts i och med Finlands inträde i EU. Eftersom provbänken till sin konstruktion fortfarande är helt användbar, är ett av kraven att elsäkerheten kring dess nyttjande måste uppdateras, för att den skall kunna tjäna i undervisningssyfte.

1.3 Provbänken

För att påvisa olika elmaskiners driftsegenskaper, är en momentvåg ett utmärkt verktyg för ändamålet. Den erbjuder möjlighet att undersöka olika typer av eldrifter på ett åskådligt och tryggt sätt, vilket inte är fallet i en vanlig driftssituation.

Denna provbänk för elmaskiner som finns på YA:s enhet i Brändö, är införskaffad för undervisningsändamål under 1970-talet. Apparaturen består av 2) elektrisk momentvåg och 3) valbar provmaskin. Provmaskinerna är en likströmsmaskin, en asynkronmaskin samt en synkronmaskin. Därtill kommer 1) strömförsörjningsaggregat för provbänkens elmatning. För fältreglering finns 4) shuntreostat, därtill kommer 5) belastningsresistor samt 6) mätinstrument och 7) kopplingsladdar som krävs i laborationer. (Bilaga 1.1)



Figur 1. Provbänken

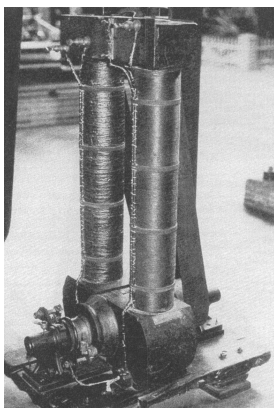
2 Historik

Grunden för alla motorkonstruktioner är en räkka av olika uppfinningar som med tiden utvecklades till fungerande roterande maskiner.

År 1821 presenterade Michael Faraday (1791-1867), principen att omforma elektrisk energi till mekanisk energi genom ett experiment. En kommersiell användning av likström och likströmsmaskiner utvecklades hos Thomas Edison (1847-1931) omkring år 1880. Ett problem med likströmsdistribution var att den bara kunde transportera energi en kort sträcka åt gången.

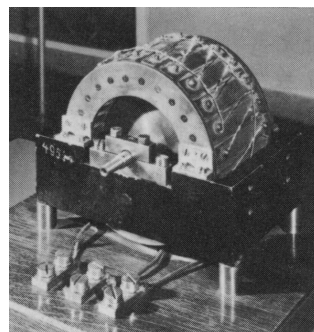
Det var först i och med Nikola Teslas (1854 -1943), uppfinningar med växelspanning och distribution som vår moderna elektrisitet startade. År 1887 konstruerade Tesla den moderna växelströmsmotorn med roterande magnetfält. År 1889 utvecklade AEG den första burlindade trefasmotorn.

(IEEE global history network: 30.1.2012; AEG handbok 1966, s. 40)



Figur 2. *Edison dc-motor 1880*

Källa: Elmaskiner



Figur 3. *Den första burlindade ac-motorn 1889*

Källa: AEG handbok

2.1 Roterande elmaskiner

Alla former av elmaskiner grundar sig på magnetisk kraftverkan, som vanligen kallas motorprincipen. När en strömförande ledare befinner sig i ett magnetiskt flöde, påverkas den av en kraft som är vinkelrätt mot flödesriktningen. Denna kraft påverkas av flödestäthet B , ström i och ledarlängden l och den elektrodynamiska kraften i Newton kan beräknas enligt formeln $F = B \cdot i \cdot l$ [Nm] (Kördel Lennart & Johansson Jörgen 2001, s.11-15)

Elmaskinens uppgift är att omforma energi. I en elmotor omformas den elektriska energin till mekanisk energi. Sker detta i omvänd ordning, har vi en generator. En elmaskin kan användas både som motor och generator.

Elmotorerna är konstruerade på olika sätt för olika slag av drifter. Beroende på hur man vill elektriskt driva en elmaskin, har man antingen likströms- eller växelströmstyp för ändamålet. Utöver dessa två huvudtyper, finns ett antal specialkonstruerade motorer som faller utanför detta arbete.

Likström- och växelströmsmotorerna kan i sin tur uppdelas, i egna undergrupper beroende på konstruktion och beskaffenhet.

2.2 Likströmsmotorn

Likströmsmotorn är uppbyggd med en stillastående stator där lindningarna alstrar ett magnetfält. För att rotorn som är lagrad i båda sidor ska börja rotera, fordras att rotorns magnetfält skiftas två gånger under varje varv. Detta görs med en omkopplare, som kallas kommutator. Genom kolborstar som ligger an mot kommutatorn tillförs likströmmen till lindningshjärvorna i rotorn. En vanlig tillämpning är startmotorn i fordon, där består kolborstarna av en kopparblandning för att klara av stora strömmar. Likströmsmaskinen kan också användas som generator. Fram till mitten av 1970-talet användes likströmsgeneratoren i fordon.

En variant av likströmgeneratorn finns i moderna vindkraftverk. Den är borstlös, med permanentmagneter som sitter i rotorn och lindninghärvarna i statorn. I denna konstruktion måste strömmarna i statorn styras, så att man hela tiden tar hänsyn till rotorns läge. Den kallas för en synkrongenerator för likström.

(Vindkraftskurs Novia våren 2011)

2.3 Växelströmsmotorn

Det finns två huvudtyper av växelströmsmotorer, beroende på hur stator och rotor är uppbyggda. Detta ger möjlighet till olika driftsätt och tillämpningsområden. De kallas för synkron- och asynkronmotorer. En växelströmsmotor har en stator och rotor som bygger upp ett roterande magnetfält, varför ingen kommutering behövs, i motsats till likströmsmotorn.

Rotorns magnetfält alstras av den ström som induceras i rotorlindningen när den befinner sig i statorns magnetfält. De båda magnetfälten samverkar, genom att då statorns magnetfält roterar, ”drar” den rotorns magnetfält med sig i rotationen och motorn roterar.

Växelströmsmotorer finns som en-, två- eller trefasmotorer. Rotorn kan vara burlindad eller med lindninghärvar. En burlidning kan utgöras av ledande stavar av koppar eller aluminium som är förenade i rotorns båda ändar, en s.k. ”ekorrbur”.

Asynkronmotorn är den vanligaste av alla växelströmsmotorer. I en asynkronmotor, följer rotorn efter statorns roterande flöde genom eftersläpning, medan en synkronmotor går med det varvtal som magnetfältet roterar i, beroende på dess poltal.

Synkronmotorn används som motor, generator och synkronkompensator, dvs. som kompenserare för reaktiv effekt i elöverföring. Kraftverksgeneratorer av synkronmotortyp. (Elmaskiner, s.127-130)

3. Uppdateringsuppgiften

I och med att all apparatur blir äldre, medan elsäkerhetsbestämmelserna kontinuerligt förnyas, kommer anläggningen att bli oanvändbar vid en flytt till nya undervisningutrymmen inom en åskådlig framtid. Därför var det en nödvändighet att undersöka eventuella möjligheter till en förbättring av dess elsäkerhet till gängse normen, för att igen tryggt kunna utföra relevanta laborationsuppgifter. Samtidigt, att genomföra laborationer för att försäkra sig om att anläggningen var helt intakt.

Det första som man kommer i kontakt med är provbänkens anslutningsdon. De polskruvar som finns på modellen är av den äldre typen, dvs. de uppfyller inte kravet på fullt beröringsskydd. Hur uppnå fullt beröringsskydd, hur och på vilket sätt kan detta göras? Eftersom det är en ganska komplicerad fråga, är man tvungen att se på den ur olika synvinklar.

Jag startade med att göra en förfrågan till tillverkare om hur de ser på saken, enligt följande: *”Vi har en elektrisk momentvåg MV100 med provmaskiner och utrustning från mitten av 70-talet som har anslutningar av typen, vanliga banankontakter och inte den nyare varianten av typ skyddsbananer (CAT II). Vi har noterat att på marknaden finns en adapter som är godkänd som CAT II, för uppdatering av vanliga banankontakter till CAT II. Har ni några förslag eller synpunkter på en sådan lösning?”*

Svar från tillverkaren enligt följande:

”Vi har använt samma lösning i förekommande fall.” (e-postkommunikation 19.10. 2011)

3.1 Elsäkerhet

I SFS 6000-8-803 finns en kompletterande standard om ellaboratorier. I paragrafen om skyddsmetoder sägs följande: *”För tillfälliga kopplingar rekommenderas att man använder sådana kopplingsledningarna och mätledningarna, som är skyddade vid beröring av misstag. I läroinrättningar skall man använda sådana utföranden och användningen av blanka polskruvar är förbjudet.”*

(Opetushallitus 2009, s.10; SFS 6000-8-803 2007, s. 2)

I ovan nämnda standard hänvisas till SFS-EN50191, som innehåller anvisningar om hur man installerar och använder elektriska testanordningar. Här beskrivs att området där testutrustningen finns ska markera och skyddas med rep, kedjor eller bommar. Om inte testutrustningen har ett nödstopp, skall ett sådant monteras.

(SFS-EN 50191 2011, s.16-17)

3.2 Elektriskt beröringsskydd

Avsikten med att ha beröringsskyddade kopplingsdon är att man inte i misstag kan få beröring med strömförande delar. Det betyder i sin tur att man ska använda laboratoriekablar och laboratoriekontakter av säkerhetstyp, CAT II. För att uppnå detta på äldre maskiner finns på marknaden en adapter för ändamålet. För att denna uppdatering skall bli riktig, dvs. fullt beröringsskyddad, har tillverkaren en skyddshylsa som ska sättas ovanpå polskruvar. Endast då kan uppdateringen anses ha uppnått den nivå av beröringsskydd som lagen föreskriver, vilket inte är fallet med enbart adapter.

(Bilaga 1.2)

3.3 Mekanisk hållbarhet

Man bör förutom den elektriska aspekten också ta i beaktande den mekaniska. Som en del i att uppnå en god elsäkerhet, ingår också kravet på en god mekanisk hållbarhet av adaptern ifråga.

En fråga som man är tvungen att ställa sig, när det handlar om undervisning på andra stadiet, är hur skydda adaptern från ofog, så att den inte därav kan bli en säkerhetsrisk?

Detta torde vara möjligt genom att utrustningen placeras i ett låsbart utrymme, i förebyggande syfte, och användaren har tillgång till utrustningen endast under uppsikt av undervisande personal.

3.4 Mekaniskt beröringsskydd

Förutom det elektriska beröringsskydden, så bör även det mekaniska skyddet förbättras. Eftersom det finns en roterande axel mellan momentvågen och provmaskinen, och genom att fästa en transparent skyddsvägg framför axeln, kan man erhålla ett ökat beröringsskydd.

4 Laborationer

Syftet med att ha en provbänk för elmaskiner har på ett bra sätt sammanfattats i en av tillverkarens manualer: ”För att vi ska få den rätta förståelsen för skeeden i en godtycklig maskin, bör vi utgå ifrån de allmänna elektriska lagarna. Vi måste också ha kunskap om motsvarande mekaniska lagar, för att rätt förstå hur en motor omvandlar elektrisk energi till mekanisk effekt och vice versa”. (Terco Ab , Allmän teori u.å.)

För att klargöra hur de olika maskintyperna fungerar ges en kort teoretisk bakgrund, som sedan praktiskt följs upp med en eller flera laborationsuppgifter. Det här presenteras i följande kapitel.

4.1 Likströmsmaskinen

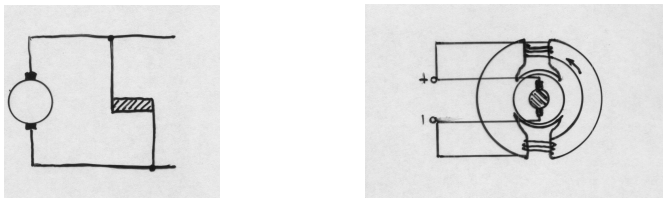
Det finns ett antal olika sätt att driva en likströmsmotor. Skillnaden består i hur man kopplar in likströmsmaskinens magnetiseringslindning. Den elektriska momentvågen består av en separatmagnetiserad likströmsmaskin, som är rörligt lagrad och kopplad till en visarvåg. Momentvågen kan sålunda kopplas som generator eller motor gentemot den provmaskin som man önskar köra.

4.1.1 Likströmsmotor laboration

Laborationen går ut på att uppmäta några av de karaktäristiska kurvorna för shunt-, och seriemotorn. De kurvor som uppmäts är verkningsgrads-, och momentkurvan för resp. magnetiseringskoppling, (provmaskin MV120). Bilaga 2. (Farschtschi, Ali 2007, s.186)

4.1.1.1 Shuntmotor

Shuntmotorn ger de bästa styrmöjligheterna och är den vanligaste likströmsmotorn. Ankar-kretsen och magnetiseringslindningen matas då med konstant spänning från samma nät. För att inte stömmen vid startögonblicket ska vara för hög inkopplas en startresistans, ett s.k. startpådrag. Om fältet försvinner t.ex. genom att det blir avbrott i magnetiseringslindningens strömtilförsel kommer motorn att rusa. Detta betyder att säkring inte får placeras i magnetiseringskretsen, utan maskinen bör utrustas med en vakt som kan stoppa motorn. Man kan också betrakta shuntmotorn som ett specialfall av den separatmagnetiserade motorn.



Figur 4. Shuntmagnetiserad likströmsmaskin.

4.1.1.2 Seriemotorn

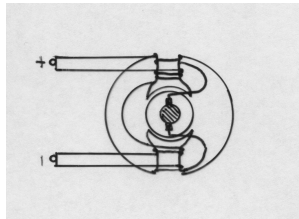
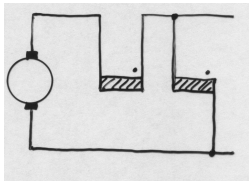
I seriemotorn är magnetiseringslindningen seriekopplad med ankaret, vilket betyder att det magnetiska flödet kommer att variera med ankarströmmen. Denna koppling gör att motorns varvtal blir kraftigt fallande vid ökande belastning, men däremot har man ett stort startmoment och stor överbelastningsförmåga i moment. Seriemotorn är skonsammare än shuntmotorn för det matande nätet vid start och överbelastningar och förekommer därför i tunnelbanetåg, kranar och hissar. Seriemotorn börjar rusa vid minskat axelmoment och får inte användas vid remdrift med tanke på rembrott.



Figur 5. Seriemagnetiserad likströmsmaskin.

4.1.1.3 Kompoundmotorn

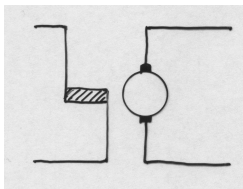
En komppoundmotor har en två fältlindningar, den ena seriekopplad och den andra shuntkopplad. Dess driftegenskaper blir då något mitt emellan en shuntmotor och en seriemotor. Den vanliga är att motorn utförs medkomppounderad, men kan också kopplas som motkomppounderad. Det senare medför en rusningsrisk vid belastning och är därför ovanlig.



Figur 6. *Komppoundmagnetiserad likströmsmaskin.*

4.1.1.4 Den separatmagnetiserade motorn

Den separatmagnetiserade motorn matas från två separata spänningskällor. Om dessa är konstanta får motorn samma driftsegenskaper som shuntmotorn. När ankaret och magnetiseringslindningen matas skilt för sig, kan man lätt varvtalsstyra motorn genom att ändra spänningen på någon av spänningskällorna.



Figur 7. *Separatmagnetiserad likströmsmaskin.*

4.1.2 Likströmsgenerator laboration

Uppmätning av generatorns spänning som funktion av belastningsströmmen vid shunt-, separat-, (med)kompondmagnetisering, halv och full serielindning inkopplad, (provmaskin MV120). (Bilaga 4.) (Franzen, Thomas & Lundgren, Sivert 2002, s. 107-108)

4.1.2.1 Shuntgeneratorm

Eftersom shuntgeneratorm är självmagnetiserad behöver den ingen separat magnetisering. Det är den mest använda generatorm och den ger nära nog en konstant polspänning vid konstant varvtal. Vid en konstant polspänning fungerar shuntgeneratorm som en separatmagnetiserad. Med ett variabelt motstånd i magnetiseringskretsen kan en måttlig spänningsreglering erhållas. När generatorm startas, ger remanensflödet upphov till en remanensspänning som driver fram en svag magnetiseringsström. Av samma typ är de likströmsgeneratorer som användes i fordon. (Bilaga 3.1)

4.1.2.2 Separatmagnetiserad generator

En separatmagnetiserad generator används när man vill variera spänningen inom ett stort område och ändra på dess polaritet. I en s.k. Leonardkoppling, har vi en separatmagnetiserad generator som matar en likströmsmotor och används t.ex. vid manövrering av fartygsroder. (Bilaga 3.2)

4.1.2.3 Kompoundgeneratorm

Om man önskar att generatorns utspänning ska stiga med ökad belastning för att kompensera spänningsfall i ledningen, använder man en medkomponderad generator. En motkomponderad generator, där utspänningen är kraftigt fallande används i svetsammanhang. (Bilaga 3.3)

4.1.2.4 Seriegeneratorm

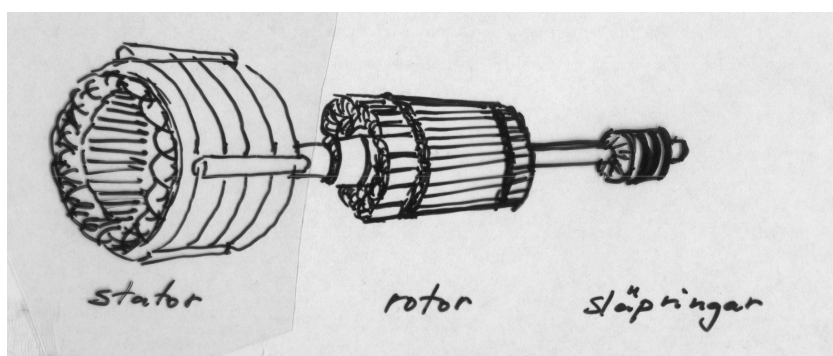
Seriegeneratorm är mycket sällsynt för att den har många nackdelar. Den största nackdelen är att den som obelastad (vid tomgång) endast genererar en utspänning på ett par volt.

4.2 Växelströmsmaskiner

Statorn är uppbyggd på samma sätt i både asynkron- och synkronmaskinen. Det är sålunda rotorns uppbyggnad som avgör vilken typ av växelströmsmaskin det är fråga om. Den enklaste och vanligaste växelströmsmotorn är den trefasiga asynkronmotorn. Den har en enkel och robust konstruktion, goda driftsegenskaper, stor överbelastningsförmåga och kräver lite underhåll. Rotorn i en asynkronmaskin kan ha två olika utföranden, som kortsluten rotor eller släpringad rotor. Funktionen ur magnetisk synpunkt är densamma för båda rotortyperna.

4.2.1 Asynkronmaskinen som motor

Vår provmaskin är en släpringad asynkronmaskin som vi kör i motordrift. Vid normal drift är de tre rotorlindningarna kortlutna över släpringarna. Då man använder en släpringad motor är rotorlindningen åtkomling och man kan påverka momentkurvan genom att variera rotorkretsens resistans med hjälp av rotorpådrag. Användningen av rotorpådrag påverkar inte toppmomentet, men däremot påverkas eftersläpningen direkt av rotorresistansens storlek. Har man mycket svåra startförhållanden, kan man inkoppla rotorresistanser så att man får ett ökat startmoment.



Figur 8. Principskiss på släpringad asynkronmaskin.

4.2.1.1 Asynkronmotor laboration

Laborationen går ut på att uppmäta asynkronmotorns verkningsgradskurvan och momentkurvan vid fullt och $\frac{1}{2}$ yttre startpådrag, (provmaskin MV 121) . (Bilaga 5.)

Det yttre startpådraget är ett trefasigt motstånd varmed man kan öka rotorns resistans och sålunda ändra på maskinens momentkurva. (Nicklasson, Östen 1980, s. 89-91)

4.2.2 Asynkronmaskinen som generator

Driver man en nätansluten asynkronmaskin över det synkrona varvtalet, matar den effekt in till nätet. Den blir då en asynkrongenerator. Effekten som den avger är mindre, än vid motordrift pga. lägre effektfaktor. I generatordrift måste reaktiv effekt tillföras antingen naturligt, via anslutet elnät eller vid ensamdrift, med hjälp av ett kondensatorbatteri. Som generator används asynkronmaskinen i små anläggningar under 100 kW, i ”minikraftverk” och i vindkraftverk. De är enkla att koppla in för den kräver ingen reglerutrustning och speciell infasning till elnätet.

(Franzen, Thomas & Lundgren, Sivert 2002, s.141)

4.2.3 Synkronmaskinen

Rotorn finns i två olika utföranden, med utpräglade poler och som cylindrisk rotor. Vid utpräglade poler är rotorlindningen placerad som en spole vid varje pol, vid cylindrisk rotor är lindningen placerad i spår på motorn. Rotorn har en lindning utförd på samma sätt som på asynkronmaskinen, men har dessutom en magnetiseringslindning som matas med likström. Likströmslindningen matas via borstar och släppringar. Rotorn i en växelströmgenerator i fordon fungerar enligt samma principer.

Synkronmotorer används i första hand för att förbättra effektfaktorn i en elanläggning, genom att de avger aktiv effekt. Synkronkondensatorer är mekaniskt tomgående synkronmaskiner som används för faskompensering och spänningsreglering.

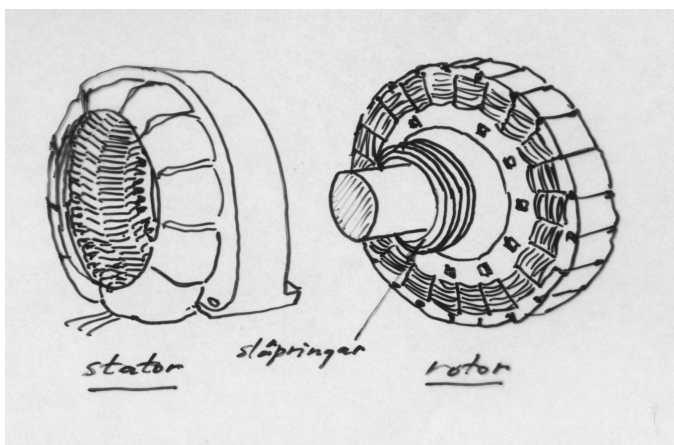
4.2.3.1 Synkronmaskinen som motor

Synkronmaskinen kan används både som motor och generator, men vanligen används den som kraftsverksgenerator upp till effekter på 500 MVA. Synkronmotorn har dåliga startegenskaper, men kan användas där man önskar ett konstat varvtal, oberoende av belastning. För start krävs speciella startanordningar. Synkronmotorn används för stora effekter i områden med svaga elnät, t.ex. inom oljeindusti och bevattning i ökenländer.

4.2.3.2 Synkronmaskinen som generator

Synkrogeneratoren kan köras i parallelldrift eller ensamdrift. I parallelldrift är generatoren ihopkopplad med andra generatorer i ett starkt elnät, som bestämmer spänning och frekvens. Vid ensamdrift bestämmer generatoren både spänning och frekvens. Generatorns driftsegenskaper blir därför annorlunda vid ensamdrift än vid parallelldrift.

(Mogensen, Hans 1975, s. 244, 254)



Figur 9. Principskiss på synkronmaskin

4.2.3.2.1 Synkrogenerator laboration

Laborationen går ut på att uppmäta tomgångskurvan för en trefas synkrogenerator, (provmaskin MV 122). (Bilaga 6.)

5 Resultat

Med tanke på att motorprovbänken är avsedd för undervisning på andra stadiet, så är dess främsta uppgift att i stora drag ge inblick i de olika elmaskinernas egenskaper och funktioner, att presentera både motor- och generatordrift, likströms- och växelströmsdrift. En körning med dessa tre provmaskiner torde ge en ytterligare dimension, utöver de teoretiska kunskaperna. Den ger en bra uppfattning om hur en elmaskin fungerar i olika situationer och passar lämpligen för studieinriktningen, el- och automationsteknik, inom studiehelheten, yrkesinriktade examensdelar, el- och automationsinstallationer, industriinstallationer.

Denna elektriska momentvåg kan i princip, användas för alla typer av elmaskiner. Detta skulle dock förutsätta att det finns en anpassning mellan momentvågens- och provmaskinens axelfattningar, vilket inte är fallet. För detta ändamål så finns en nyare modell som fungerar enligt samma principer, dvs. en virvelströmsbroms. För att använda denna, krävs ett kunnande som man kan uppnå genom att först använda sig av den elektriska momentvågen.

6 Utvärdering och diskussion

Största utmaningen i uppdateringsuppgiften var nog att undersöka regelverket kring elsäkerhet. Elsäkerhetslagstiftning ger ett ramverk för hur olika praktiska lösningar ska evalueras. Dock är det genom den praktiska erfaretens skola, den bästa tillämpningen uppnås.

Elsäkerhet är inget självändamål, utan är till för att skydda liv och hälsa. Därför bör elsäkerhetstänkande vara en ständigt fortgående process för alla som är verksamma inom elbranschen, där de enskilda säkerhetsdetaljerna bildar en elsäkerhetshelhet. Den ska uppehållas på en yrkesmässig hög nivå.

För att säkerställa laborationsresultatens riktighet finns ett lärarhandledningskompendium av senare datum att tillgå, som baserar sig på en användning av Terco Ab:s laborationsutrustning.

Uppgiften att undersöka en förbättring av säkerheten kring en provbänk, samt att testköra provmaskinerna har varit en mycket lärorik och arbetsdryg process. Den har gett mig goda insikter i de olika elmaskinernas grundfunktioner samt hur omfattande och komplicerat regelverket kring elektricitet och säkerhet ter sig.

7 Källförteckning

AEG handbok. (1966)

Teori och begrepp, (Faktabok), Solna: AEG

Farschtschi, Ali (2007)

Elektromaschinen in Theorie und Praxis, Berlin: VDE-verlag

Finlands standardiseringsförbund. (2007). *Kompletterande krav på vissa installationer, elreparationsverkstäder och ellaboratorier, SFS 6000-8-803.*

Franzen, Thomas & Lundgren, Sivert (2002)

Elkraftteknik, (Faktabok), Studentlitteratur

IEEE global history network hemsida. <http://www.ieeeahn.org/wiki/index.php/Dynamo>
(hämtat: 30.1.2012)

Liber AB. (2002)

Elkraftshandboken: Elmaskiner, (Faktabok)

Kördel, Lennart & Johnsson, Jörgen (2001)

Motorstyrning, (Faktabok), Malmö: Micro Support AB

Mogensen, Hans (1975)

Elmaskiner, (Faktabok), Malmö: Liber

Nicklasson, Östen (1980)

Elektriska maskiner, (Faktabok), Stockholm: Teknografiska institutet

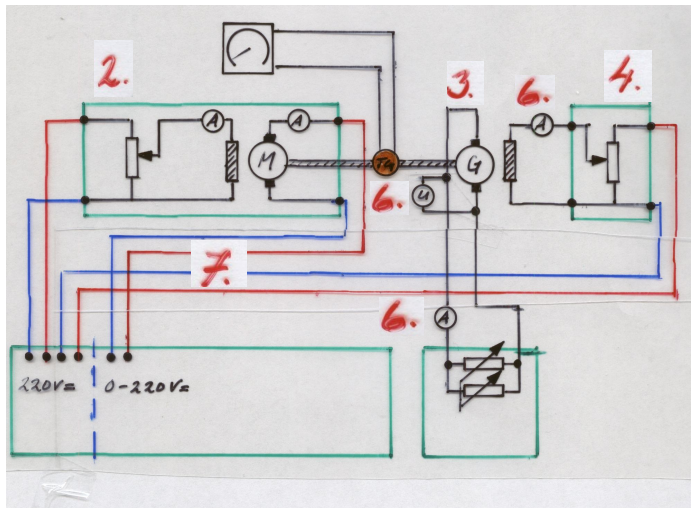
TERCO AB u.å.

Elmaskiner Laborationer

Opetushallitus. (2009). *Toimintaohje, työ-, sähkötyö- ja sähköturvallisuusvaatimusten huomioiseksi sähkötöiden koulutuksissa.*

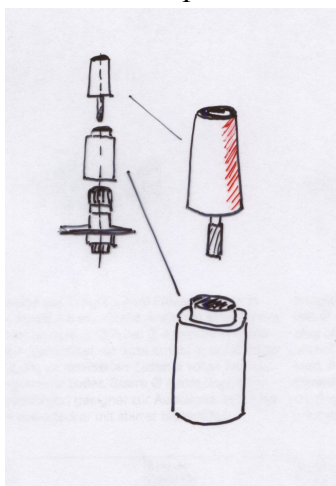
Suomen standardisoimisliitto. (2011). *Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö, SFS-EN 50191.*

1. Principskiss på provbänken



1. Strömförsörjningsaggregat
2. Elektrisk momentvåg
3. Provmaskin
4. Shuntreostat
5. Belastningsresistor
6. Mätinstrument
7. Laboratoriesladdar

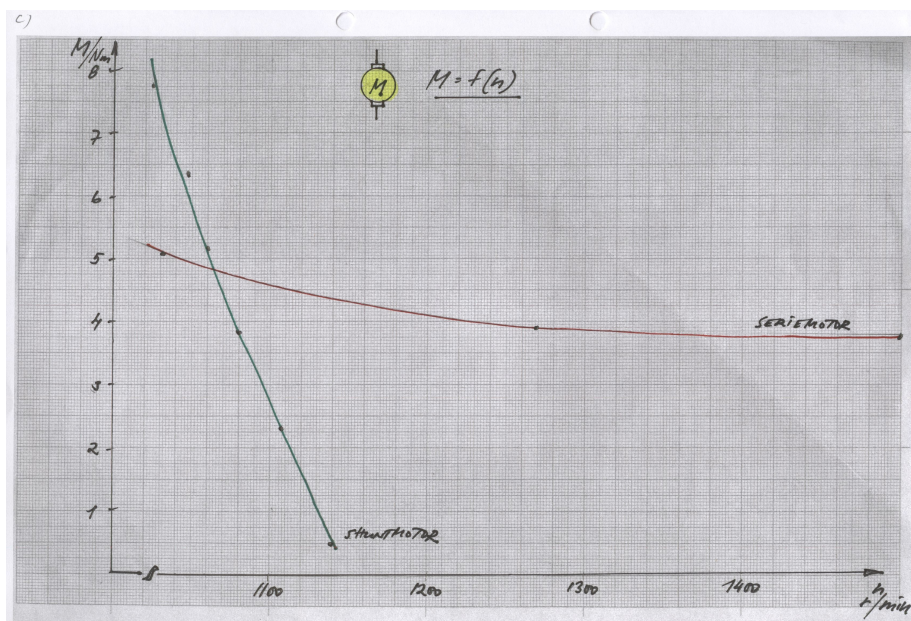
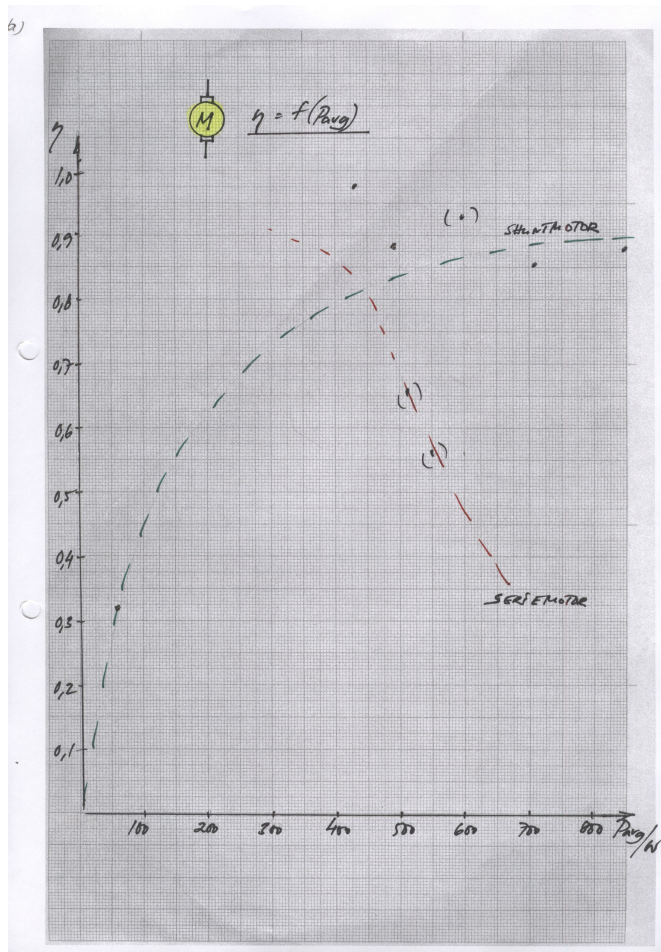
2. Säkerhetsadapter



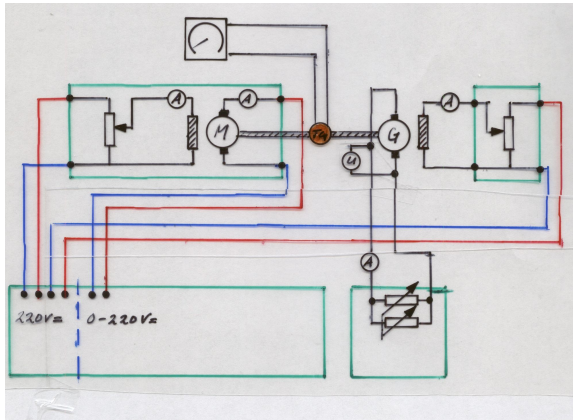
Adapter

Beröringsskydd

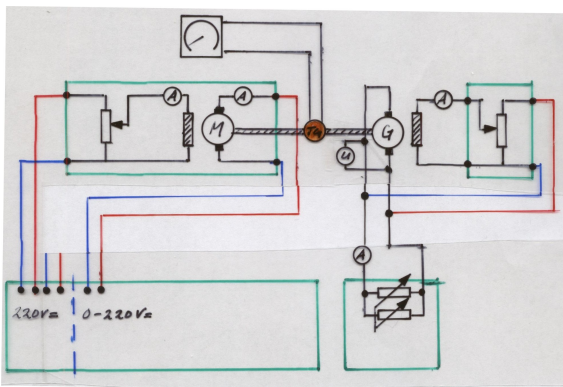
Verkningsgrads-, och momentkurva för shunt-, och seriemotor



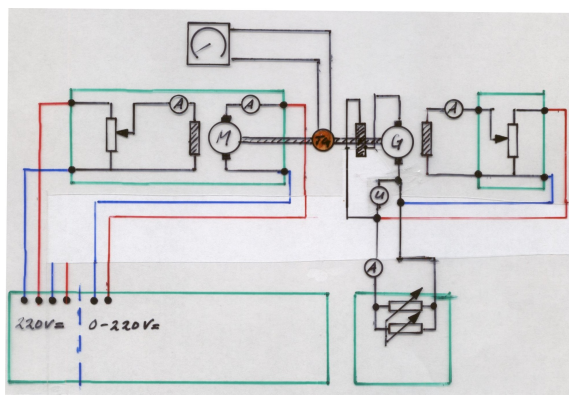
Principskisser av generatorkopplingar



1. Separatmagnetisering

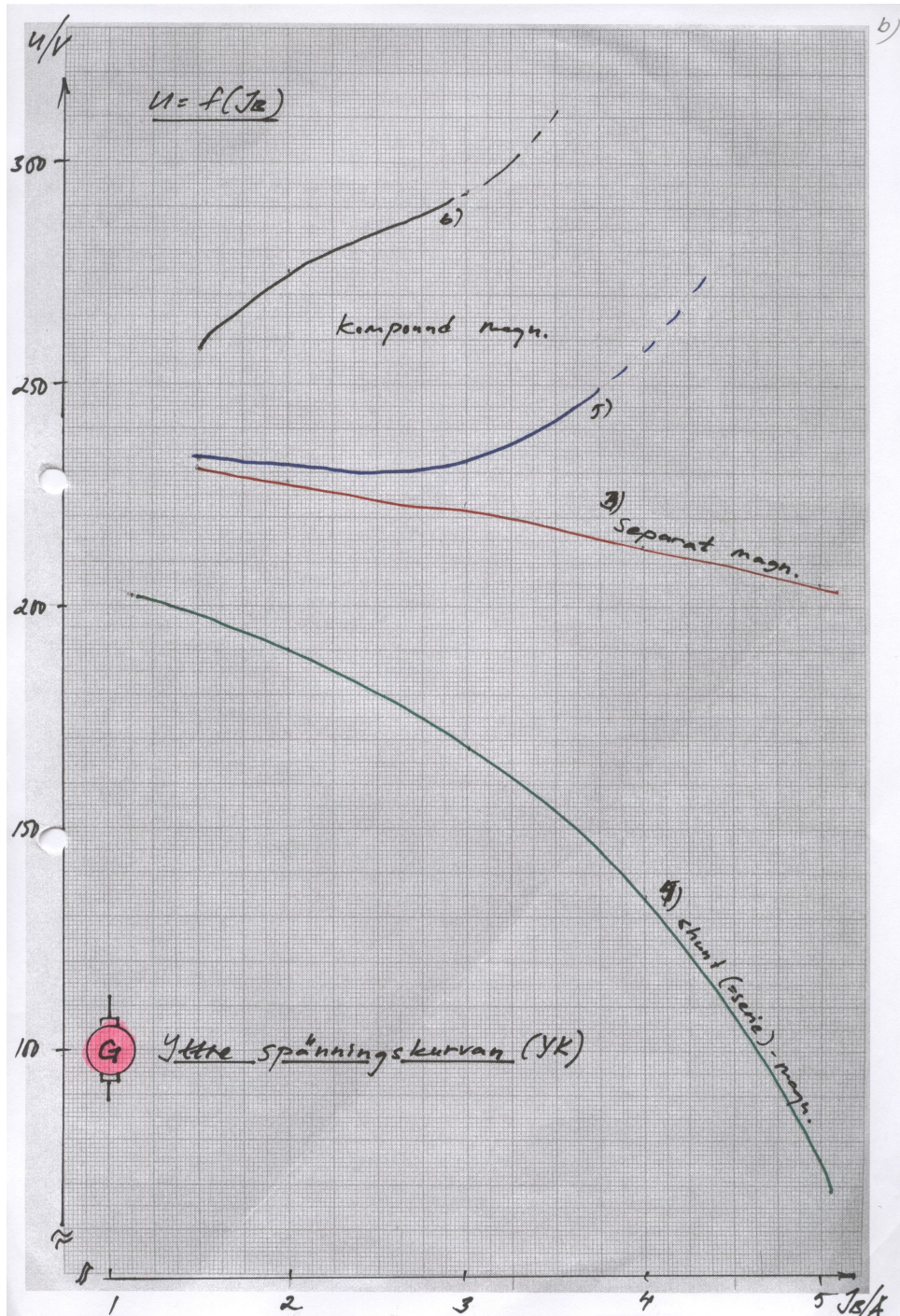


2. Shuntmagnetisering

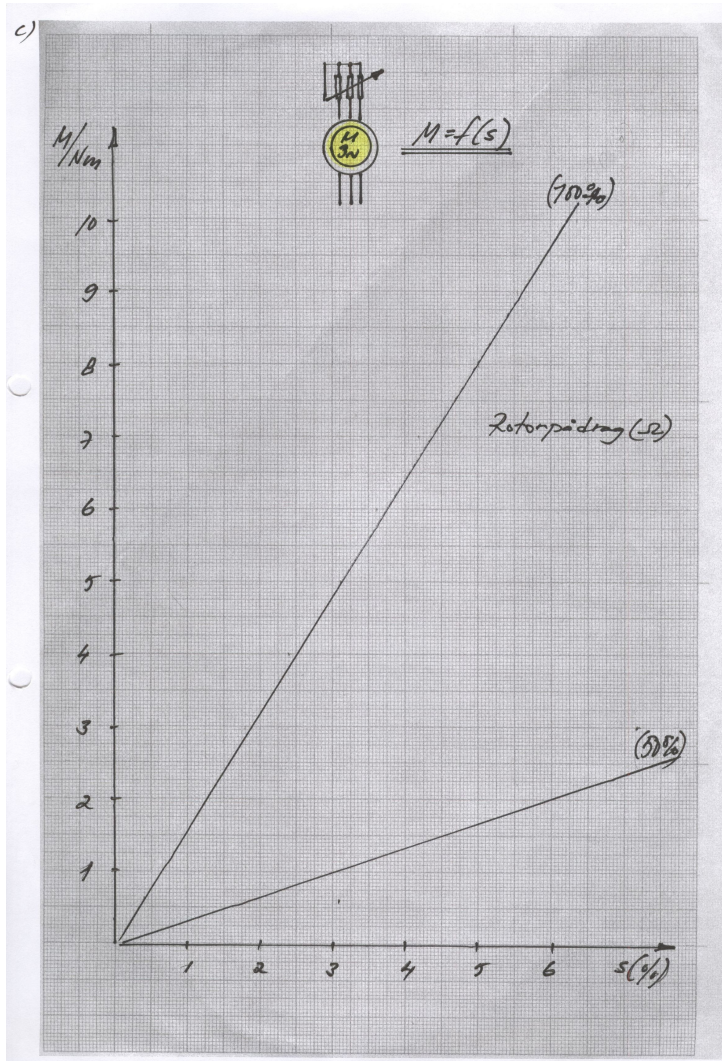
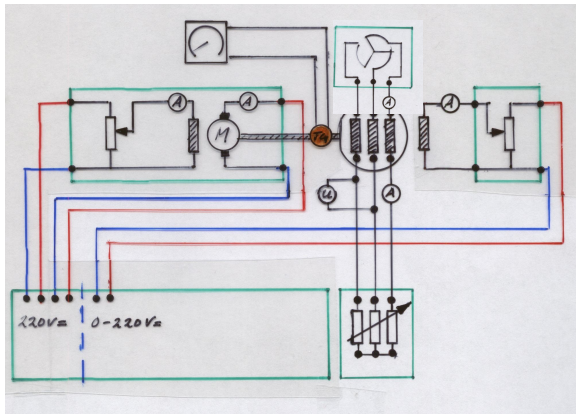


3. Kompoundmagnetiserad

Generators spänning som funktion av belastningsströmmen vid shunt-, separat-, (med)kompondmagnetisering (1/2 och full serielindning inkopplad)



Asynkronmotor principskiss samt momentkurva



Synkrogenerator principskiss samt tomgångskurva

