

Magnus Sterky

Elsystem för båtar

P.Sterky AB / West
Getingv. 13
44446 Stenungsund

info@batteknik.se
www.batteknik.se

Copyright © Magnus Sterky, 2006

1:a utgåvan 1:a tryckningen 2006 hos Tryckverket

ISBN 91-631-8033-2

Förord

Denna bok är avsedd för båtägare som vill kunna förstå, felsöka, ändra eller totalrenovera sitt gamla elsystem ombord. Det är bara kunskap om elsystemet som skyddar mot problem med korrosion och dålig funktion och att man inte kan köpa sig till detta via enskilda apparater eller komponenter, oavsett deras kvalitet och pris.

Vissa delar är riktade till den absolut okunnige. Andra delar är troligen värdefulla även för de som kan väldigt mycket i ämnet.

De rent grundläggande beskrivningarna om el i allmänhet finns i Appendix i boken. Den som känner sig osäker börjar lämpligen läsningen med avsnitten som finns där.

För den mera erfarne finns det bl.a. problembeskrivningar över hur olika krav för elsäkerhet, korrosionsskydd, föreskrifter för landström samt blixtskydd som leder till konflikter kan lösas. Resonemangen och problemställningarna är i huvudsak inriktade mot plastbåtar eftersom detta är absolut vanligast.

Boken uppmuntrar till att dokumentera båtens elsystem. Efter ett tag har man ett schema som både ägaren och andra förstår. Han kommer att förstå att en del av originalsystemet inte passar honom så bra och han kan ändra och förbättra det själv.

Stegen från att förstå, dokumentera och därefter att förändra kommer naturligt och ger en båt som får bättre utnyttjade batterier och fungerar precis som ägaren vill ha det. Dessutom kommer näste ägare att värdesätta dokumentationen. Antagligen motsvarar ett välskött och väldokumenterat elsystem en prisskillnad på flera procent av båtpriset.

Mätinstrument för el är billiga och man kan förutsätta att den som tagit steget att läsa en sådan här bok även skaffar ett. Här beskrivs lite om hur de används men också deras begränsningar, så att även från början helt okunniga personer skall kunna använda dem.

Boken uppmuntrar till att man använder lödning på vissa ställen, utom där man kan vänta sig ständiga kraftiga vibrationer som på motorer. Detta på grund av att rätt utförda lödda förbindningar har en bra motståndskraft mot korrosion och att för vissa nödreparationer finns inget alternativ.

Vidare berörs problemen med galvanisk korrosion samt åskledare. Vikten av att skapa god struktur på minussidan av elsystemet beskrivs samt problemställningar med landström.

Fördelarna med tvåpoligt elsystem tas också upp.

Datorer ombord beskrivs bl.a. vad gäller strömförsörjning. NMEA beskrivs övergripande.

Slutligen sammanställs rekommenderade lösningar för elcentraler, jordning, landström och åskledare och batteribankar.

För vissa figurer mm. i boken finns avtal rörande copyright med utgivare av andra publikationer. Samtliga figurer och unika liknelser i boken omfattas av Copyright.

Tolkningar av vissa standarder är inte solklara. Normer, lagar och förordningar gäller naturligtvis före text och bilder i denna bok i den mån det skulle finnas skillnader. I mån av behov kommer uppdateringar och rättelser att läggas på www.batteknik.se.

Stenungsund 060101

Magnus Sterky

Innehållsförteckning

<u>Delsystem och kretsschema</u>	13
<u>Samla, rätta och spara kretsschema</u>	14
<u>Översikt för alla system</u>	14
<u>Komponenter i elsystem och kretsschema</u>	15
<u>Elkomponenter och apparater</u>	15
<u>Minus, Jordanslutningar</u>	15
<u>Motstånd</u>	15
<u>Spole</u>	16
<u>Dioder</u>	16
<u>Schottky-Dioden</u>	16
<u>Likriktare</u>	16
<u>LED, Lysdiod</u>	17
<u>Andra vanliga apparater i kretsschemat</u>	17
<u>Säkringar Strömbrytare och omkopplare</u>	18
<u>Smältsäkringar</u>	18
<u>Automatsäkringar och säkringsbrytare</u>	18
<u>Termisk och magnetisk utlösning</u>	19
<u>Selektivitet</u>	19
<u>Omkopplare och Strömbrytare</u>	21
<u>Stora omkopplare och brytare</u>	22
<u>Batteriomkopplare, Huvudbrytare</u>	22
<u>Återfjädrande omkopplare</u>	23
<u>Reläer</u>	24
<u>Startsolenoid</u>	24
<u>Tryck- och temperaturvakter samt givare</u>	25
<u>REED-reläer</u>	26
<u>Kvicksilverbrytare</u>	26
<u>Bilradio</u>	26
<u>Jord ombord på en båt</u>	28
<u>1. Potentialutjämningsystem, PU (Engelska: 'Bonding')</u>	28
<u>2. Isolerade genomföringar</u>	29
<u>3. Isolerat motorsystem, variant av 1</u>	29
<u>4. Varmvattenberedare och jord</u>	30
<u>5. Vattenburen värme och jord</u>	30
<u>Elpanna utan motorvärme</u>	31
<u>Bogpropellersystem och jord</u>	31
<u>Antennjord</u>	32

<u>Batterieriegenskaper</u>	33
<u>Primärbatterier (ej laddningsbara)</u>	33
<u>Sekundärbatterier</u>	33
<u>Bly - Syrabatterier</u>	33
<u>Seriekopplade celler</u>	34
<u>Lagringskapacitet</u>	35
<u>Elektrolyten (Batterisyrn)</u>	36
<u>Samband mellan elektrolytdensitet och laddningsnivå</u>	36
<u>Sulfatering</u>	37
<u>Batterispänning och laddningstillstånd</u>	37
<u>Urladdningsström, batterispänning och kapacitet</u>	38
<u>Strömmens storlek, inverkan på spänningen</u>	39
<u>Temperatureffekten för batterier</u>	39
<u>Underhåll av batterier</u>	40
<u>Konditionstest på batterier</u>	40
<u>Självurladdning av Batterier</u>	41
<u>Livslängd på batterier</u>	41
<u>Batterikapacitet, olika data</u>	41
<u>AMPERETIMMAR, Ah, 100-, 20-, eller 8-timmarsvärden</u>	42
<u>AMPERETIMMAR, Ah, 25 A ström, med reservkapacitet</u>	42
<u>CCA (Cold Cranking Amps), Köldstartström</u>	42
<u>MCA (Marine Cranking Amps) Marin kallstartström</u>	42
<u>Laddning av blybatterier</u>	42
<u>Enkla Garageladdare</u>	42
<u>Kvalificerade laddare</u>	42
<u>Huvudladdning</u>	43
<u>Efterladdning</u>	43
<u>Underhållsladdning</u>	43
<u>Utjämningsladdning</u>	43
<u>Blybatterier, kategorier och typer</u>	45
<u>Blybatteriers tekniska uppbyggnad</u>	45
<u>Batterityp och Laddningsregulator hör ihop</u>	45
<u>De olika batterityperna i detalj</u>	45
<u>VLA, (Sb/Sb), det klassiska 'våta' bly-syra-batteriet</u>	46
<u>VLA (Sb/Ca), Bly-Antimon / Calcium plattor</u>	47
<u>VLA (Ca/Ca) "Underhållsfria", Bly-Kalcium / Kalciumplattor</u>	47
<u>VRLA AGM (Absorberad Glasmatta)</u>	48
<u>VRLA slutna Gelcellsbatterier</u>	50
<u>Ovanliga batterityper, ej blybatterier, NiCad, NiFe</u>	51
<u>Viktig information om AGM och GEL-batteriers lämplighet i båtar</u>	51

<u>Laddningsspänningen är kritisk</u>	51
<u>Termiskt sammanbrott</u>	51
<u>Sval omgivning</u>	52
<u>Glöm inte några laddare!</u>	52
<u>Batteritypsbenämningar på marknaden</u>	52
<u>Startbatterier</u>	52
<u>Stationära djupurladdningsbatterier, Traktionära batterier (Deep Cycle)</u>	52
<u>Traktionära batterier</u>	53
<u>Mobila djupurladdningsbatterier</u>	53
<u>Vått Marin/startbatteri</u>	53
<u>Golfbilsbatterier</u>	53
<u>Truckbatterier</u>	53
<u>Batterier ombord</u>	54
<u>Batterier i serie</u>	54
<u>Batterier i parallell</u>	54
<u>Underspänningsskydd</u>	54
<u>Batteribankskopplingar</u>	55
<u>Två batteribankar och manuellt val</u>	56
<u>Flera batteribankar och diodladdningsfördelning</u>	56
<u>Gemensam bank med underspänningsskydd</u>	56
<u>Helt och ständigt separerade batteribankar, dynastart</u>	57
<u>Batteribankar för större båtar med dubbla motorer mm</u>	57
<u>Hur stor batterikapacitet behövs?</u>	58
<u>Placering och montage av batterier</u>	60
<u>Ventilation av batteriutrymmet</u>	60
<u>Vinterförvaring av båt-batterier</u>	60
<u>Felsökning på batterier</u>	60
<u>Vanliga (reparerbara) fel på batterier</u>	61
<u>Rekonditionering av batterier</u>	61
<u>Generator med spänningsregulator</u>	62
<u>Växelströmgenerator</u>	62
<u>Fältströmmen</u>	65
<u>Laddningsregulatorn (Spänningsregulatorn)</u>	66
<u>Anslutningar på generatorer</u>	68
<u>Utgående Plusanslutning:</u>	68
<u>Utgående minusanslutning:</u>	68
<u>Regulatorns spänningsavkänning:</u>	68
<u>Laddningslampans anslutning, diodtrions anslutningspunkt:</u>	68
<u>Anslutning för varvräknare:</u>	69
<u>Fältanslutningen:</u>	69

<u>Generatorns mekaniska montage</u>	69
<u>Uppgradering av generator</u>	70
<u>Bilgeneratorer är inte Maringeneratorer</u>	70
<u>Generatorprestanda</u>	70
<u>Kontroll av att generatorm laddar</u>	70
<u>Kontroll av att remmen inte slirar</u>	71
<u>Kontroll av laddningen under motorgång</u>	71
<u>Kontroll av laddningsregulatorns inställning</u>	71
<u>Batteribankar och Laddningfördelare</u>	72
<u>Flera Isolationsdioder</u>	72
<u>Skiljerelä</u>	74
<u>Två batteribankar och en Schottkydiod</u>	75
<u>Intelligenta laddningsregulatorer och flera batteribankar</u>	76
<u>Solceller för batteriladdning</u>	77
<u>Uppbyggnad</u>	78
<u>Strömmen och spänningen</u>	78
<u>Inriktning mot solen</u>	78
<u>Tålighet mot skuggning</u>	78
<u>Behövlig utspänning</u>	78
<u>Inkopplingsschema</u>	79
<u>Motorkretsar, motorpanel och instrument</u>	80
<u>Startkretsar</u>	80
<u>En, två och 1½ - poliga elsystem på motorer</u>	81
<u>Enpoligt system</u>	81
<u>Tvåpoligt system</u>	82
<u>Manuellt bortkopplad batteriminus</u>	83
<u>Elektroniska motorinstrument</u>	84
<u>Varvräknare</u>	84
<u>Tanknivåmätare</u>	85
<u>Felsökning av motorinstrument</u>	86
<u>Motoralarm</u>	87
<u>Moderna motorstyrssystem</u>	88
<u>Lampor och belysning</u>	90
<u>Halogenglödlampor</u>	90
<u>LED</u>	90
<u>LED-lanterner</u>	90
<u>LED för ruffbelysning</u>	91
<u>LED som indikeringsljus</u>	91
<u>Andra vanliga apparater ombord</u>	93
<u>Ankarspel</u>	93

<u>Bogpropeller</u>	93
<u>Autopilot</u>	93
<u>Kylaggregat</u>	93
<u>Absorbtionskylskåp</u>	94
<u>Peltier- eller termoelektrisk kyla</u>	94
<u>Kompressorkyla</u>	94
<u>Elektriska Mätare</u>	96
<u>Batterispännings (volt-)metrar</u>	96
<u>Voltmetrar, olika skalor</u>	97
<u>Amperemetrar, direktmätande</u>	98
<u>Amperemätare med plus- och minusskala</u>	98
<u>Amperemätare med shunt</u>	99
<u>Kabelshuntar</u>	99
<u>Digitala mätare för elpanelen</u>	100
<u>Digital Multimeter (universalinstrument)</u>	102
<u>Spänningsmätning med Multimeter</u>	102
<u>Ohmmätning med multimeter</u>	103
<u>Strömmätning med multimeter</u>	104
<u>Hur man gör en testlampa</u>	104
<u>Elektriska motorer, startmotorn</u>	106
<u>Motortyper</u>	106
<u>Permanentmagnetmotorn</u>	106
<u>Serie- och Shuntmotorer</u>	106
<u>Stegmotorer</u>	107
<u>Borstlösa motorer</u>	107
<u>Startmotorn</u>	107
<u>Ledare, kablar och förbindningar</u>	109
<u>Ledare, Kablar</u>	109
<u>Isoleringsmaterial och 'Svarta Döden'</u>	109
<u>Vibrationer</u>	109
<u>Förtenta ledare</u>	110
<u>Avsäkring av ledare och apparater</u>	110
<u>Kablars beteckningar</u>	110
<u>Val av ledarearea</u>	110
<u>Anslutningar</u>	111
<u>Skalning</u>	111
<u>Anslutningar</u>	112
<u>Lödning</u>	113
<u>Nödreparationer med lödning</u>	114
<u>Lödverktyg</u>	114

<u>Lödteknik</u>	114
<u>Skarvning av kabel</u>	116
<u>Lödningstips</u>	116
<u>Installationstips</u>	117
<u>Krympslang</u>	117
<u>Eltape - Nej</u>	117
<u>Butylgummitejp - Ja</u>	117
<u>Skyddspray</u>	118
<u>Vaselin</u>	118
<u>Installationstillbehör</u>	118
<u>Kabelvägar</u>	119
<u>Ledare för signaler och deras jord</u>	120
<u>Jordslingor som antenner</u>	121
<u>Jordträdet</u>	122
<u>Lokala paneler</u>	124
<u>Typiska kretsar</u>	125
<u>Kretsschema Ruffbelysning mm.</u>	125
<u>Länsump</u>	126
<u>Lanternor och ljus</u>	127
<u>Vindinstrument, radarantennar etc</u>	129
<u>Nästa generation av instrument i masttoppen</u>	129
<u>Felsökning</u>	129
<u>Felsökningshjälpmedel</u>	129
<u>Gör en skiss</u>	130
<u>Testlampa och multimeter</u>	132
<u>Felsökning av motorer</u>	133
<u>Test av slitna kolborstar</u>	133
<u>Felsökning på startmotorn</u>	134
<u>Felsökning av strömbrytare och omkopplare</u>	136
<u>Felsökning av Dioder och LED</u>	138
<u>Felsökning av glödlampa</u>	138
<u>Felsökning av mastutrustning</u>	138
<u>Landströmsinstallationer</u>	141
<u>Obalansspänning från Landström via skyddsjord</u>	141
<u>Den storskaliga jorden</u>	141
<u>Marken är isolator i Skandinavien</u>	141
<u>Uppkomsten av obalansspänning</u>	141
<u>Regler för landströmsinstallationer</u>	143
<u>Skydd mot obalansspänningen</u>	143
<u>Klassisk Isolertransformatorer</u>	144

<u>Elektronisk Isolertransformator</u>	144
<u>Galvanisk isolator ('Zink Saver')</u>	145
<u>Båtjord för landström</u>	145
<u>Jordfelsbrytare</u>	146
<u>Exempel på tillåtna/otillåtna Landströmsinstallationer enligt ISO</u>	146
<u>Dator ombord</u>	149
<u>Krav på prestanda för dator som sjökortsplotter</u>	149
<u>Krav på bildskärmen</u>	149
<u>Spänningsförsörjning av bärbar PC</u>	149
<u>Direktmatning 12V</u>	150
<u>Omvandlare 12V-19V</u>	150
<u>Omvandlare 12V-230V</u>	150
<u>Utnyttja datorns insomningsfunktioner</u>	151
<u>Inkoppling av GPS till bärbar dator</u>	151
<u>Platsen för den bärbara datorn som plotter</u>	152
<u>NMEA-kommunikation</u>	154
<u>NMEA 183</u>	154
<u>NMEA multiplexer</u>	155
<u>NMEA 183-HS</u>	156
<u>Galvanisk Korrosion</u>	157
<u>Den galvaniska spänningskedjan</u>	157
<u>AKTIVT och PASSIVT tillstånd</u>	157
<u>Metaller i havsvatten</u>	158
<u>Korrosion och elektricitet</u>	159
<u>Katodiskt skydd</u>	160
<u>Var zinkanoder skall placeras</u>	161
<u>Storlek på zinkanoder</u>	162
<u>Zinkanoder på glasfiberbåtar</u>	163
<u>Aluminium- och stålskrov</u>	163
<u>Zink över relingen</u>	164
<u>Fungerar zinkanoden?</u>	164
<u>Zinkanoder runt båtplatsen</u>	164
<u>Korrosion från ström genom skyddsjorden (se även Kapitel om Landström)</u>	165
<u>Aluminiumdrev och aktivt elektroniskt korrosionsskydd</u>	166
<u>Korrosion från vagabonderande strömmar</u>	166
<u>Spänningfördelningen i vattnet</u>	167
<u>Mätning av spänningfördelningen</u>	168
<u>Mätning av ambulerande strömmar</u>	168
<u>Hur allvarligt är lite ström?</u>	169
<u>Skydd mot ambulerande strömmar</u>	169

<u>Mässings- och bronskvaliteter, avzinkning</u>	170
<u>Beväxningsproblem och offeranoder, Propeller och axel</u>	171
<u>Korrosions- och växningsproblem för S-drev av aluminium</u>	173
<u>Åska</u>	174
<u>Risken för nedslag</u>	174
<u>Blixtströmmens storlek</u>	174
<u>Skyddsområde av åskledare</u>	174
<u>Faradays bur</u>	175
<u>Inducerade spänningar</u>	175
<u>Åskskydd för båtar</u>	176
<u>Fast monterat åskskydd</u>	176
<u>Tillfälligt åskskydd</u>	178
<u>Gnistgap</u>	180
<u>Antenner och antennkablar</u>	181
<u>Skarvning av koaxialkablar med lödning</u>	182
<u>Störkällor ombord, avstörning</u>	183
<u>Sammanställning, rekommenderade delösningar</u>	184
<u>Delsystem för jord</u>	184
<u>Potentialutjämningsystem, PU</u>	184
<u>Motorjord</u>	185
<u>Åskjord</u>	185
<u>Landström, båtens skyddsjord till havet</u>	185
<u>Principskiss, jordar</u>	185
<u>Batteribankar ombord</u>	186
<u>Tvåpolig elcentral</u>	187
<u>Säkringscentral</u>	187
<u>Appendix A, Grundläggande Ellära</u>	189
<u>Del 1, Grunder</u>	189
<u>Motstånd, tryck och flöde</u>	190
<u>Effekt</u>	190
<u>Strömmen måste alltid ha en sluten krets</u>	191
<u>Andra formler för effekt</u>	191
<u>Exempel: mätinkoppling</u>	191
<u>Jord och jordsymbolen</u>	192
<u>Del 2, Motstånd och Spänningsfall</u>	193
<u>Exempel, Motstånd i serie</u>	193
<u>Spänningsskillnad driver ström</u>	194
<u>Exempel: Spänningsdelning</u>	194
<u>Exempel: Dålig kontakt 1</u>	194
<u>Exempel: Dålig kontakt 2</u>	194

<u>Del 3, Induktans och Kapacitans</u>	196
<u>Induktans, spolar</u>	196
<u>Kapacitans, Kondensatorer</u>	198
<u>Appendix B, Referensuppgifter</u>	200
<u>Standard för 12V El ombord, ISO 10133:2000</u>	200
<u>Standard för Landström ombord, ISO 10133:2000</u>	202
<u>Elektriska ledare - jämförelse med USA</u>	204
<u>USA, ledare på motorn, färger enligt ABYC</u>	204
<u>USA - Europa, kabeldimensioner</u>	204
<u>Val av ledare för 0.2 Volts spänningsfall</u>	205
<u>Val av ledare för 0.1 Volts spänningsfall. (Ej vanligt)</u>	206
<u>Elverktyg och reservdelar</u>	207
<u>Ombord</u>	207
<u>Hemma</u>	207
<u>IP-klasser för apparater</u>	208
<u>Första siffran:</u>	208
<u>Andra siffran:</u>	208

Delsystem och kretsschema

Skisser och kretsschema över elektriska system och deras inkopplingar är själva grunden för att man skall kunna förstå och hantera ändringar och fel i ett elsystem.

När man ritat ett kretsschema gör man förenklingar. Det som utelämnas är detaljer över exakt hur kablar är dragna och hur saker exakt ser ut. Speciellt där det är tätt mellan ledningarna i verkligheten är det absolut nödvändigt att presentera systemet i form av ett kretsschema. (Se det speciella kapitlet om Kretsscheman om du är osäker hur de gestaltas sig).

Ganska snart efter att man blivit van att studera kretsschema så blir det faktiskt detta som ÄR elsystemet, snarare än de ofta gyttiga kabelhärverna. En erfaren person klarar sig ibland utan ett sådant kretsschema för han har då liknande schema i huvudet i stället vilka vägleder honom.

Det är alltså den som ännu inte lärt sig tillräckligt mycket i ämnet som behöver schemat mest.

Det brukar bli alldeles för gyttigt att ha alla kretsschema på ett enda papper, därför kan man ha ett antal olika för sina respektive områden. En typisk indelning av kretsschema för en båt motsvarar lämpligen det sätt de är uppbyggda i olika delsystem:

- Översikt för de olika kretsschema
- Jordsystem ombord (omfattar även vattenledningar!)
- Batteribankarna (från båttillverkaren)
- Motorkretsschema (från motorleverantören)
- Elcentralen med ruffbelysning och lanternor (från båttillverkaren)
- Mastkopplingarna med lanternor och däcksljus (från riggleverantören).
- Landströmsanläggning med eluttag och ev. Isolertransformator och batteriladdare
- Varmvattenberedare
- Elpanna
- Värmarinstallation
- Dieselgenerator
- Solcellsladdning
- Vindgeneratorladdning
- Instrument för navigation mm: Radar, GPS
- Autopilot
- Ankarspel
- Bogpropellrar
- Elwinchar
- Radio-TV, ljud och antenner
- Radiosystem, VHF och/eller kortvåg

Observera särskilt att jordsystemet bör ha ett eget kretsschema där man dokumenterar hur ansluten landströmsjord (skyddsjord, gröngul), båtens ev. egna skyddsjord, eventuellt potentialutjämningsjordning, åskskyddsjord, motorjord, eventuell antennjord för radiosändare samt minus för 12V-systemet är kopplade och vilka andra ledande förbindningar som förekommer.

Samla, rätta och spara kretsschema

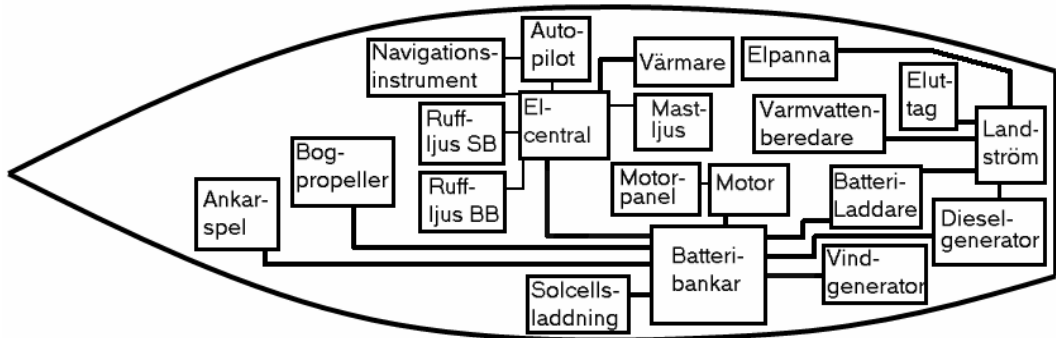
Helst skall du vara så organiserad att du tar vara på alla skisser du efterhand behöver göra och skriver in dem i en anteckningsbok eller har en pärm med lösa blad som du förvarar torrt och säkert ombord. Eventuellt har din båt också mer eller mindre fullständiga schema över hur båten byggdes, åtminstone i standardutförande. Dessa skall man också ha med ombord och i samband med att man ändrar något kan man antingen rita av originalet och införa ändringen, eller helt enkelt kopiera originalet och sen rita in ändringarna. och på så vis uppdatera 'originalet'. Av dessa är i allmänhet de flesta dokumenterade på något sätt vid en leverans av en ny båt, utom den på sitt sätt viktigaste av alla, nämligen hur jordningar är utförda i båtens alla system.

De flesta elsystem brukar ha ändrats efterhand på en begagnad båt, vilket sällan är rättat i kretsschemat. Det är mycket lärorikt att sammanställa och uppdatera sina elschema ombord.

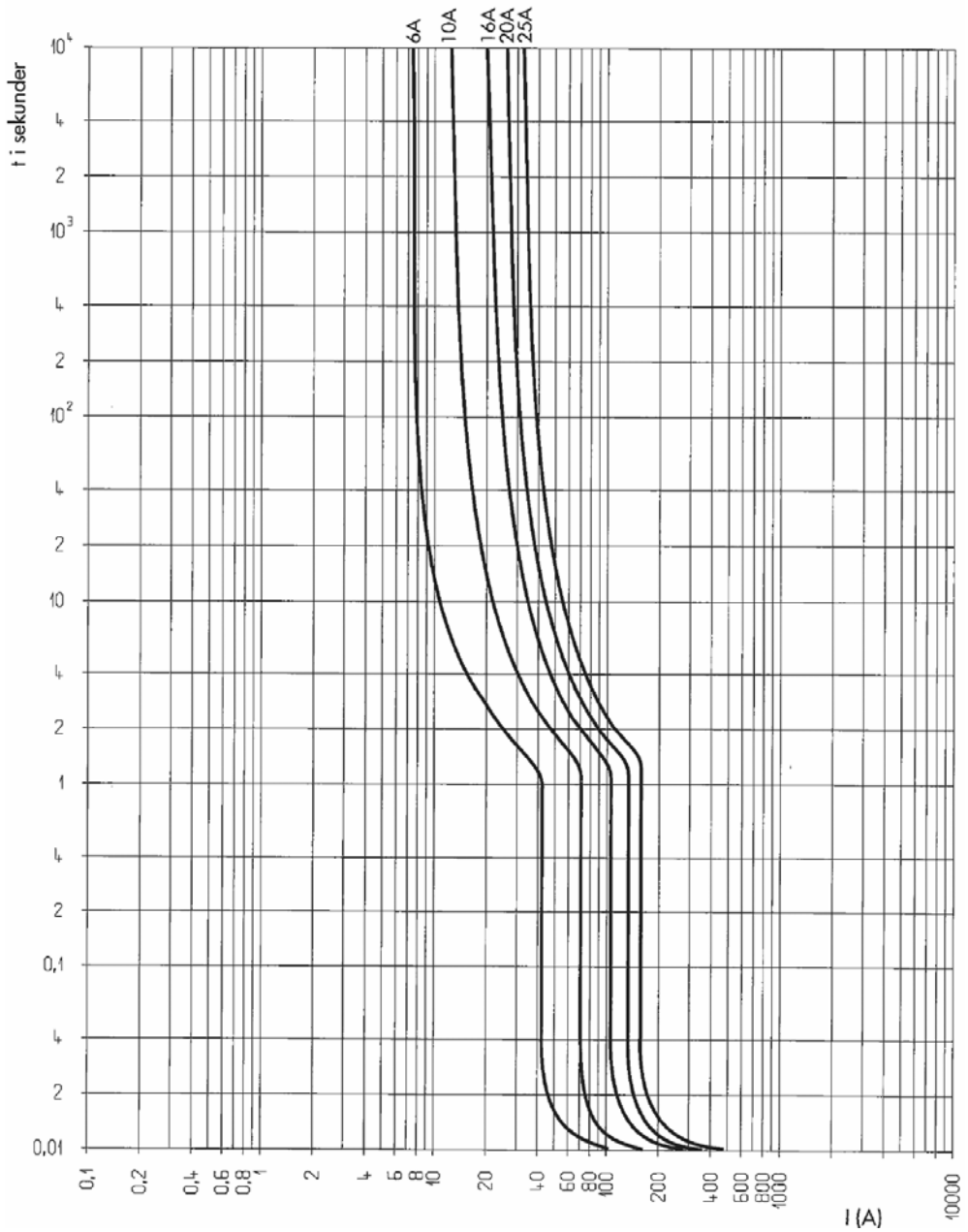
Översikt för alla system.

Det kan vara praktiskt att rita ett övergripande schema som dels visar vilka system som finns ombord och dels ger en viss vägledning ungefär var i båten man hittar dem. Man kan dessutom visa med grova och kläna linjer mellan vilka delar det går ledare. Grova linjer betyder att det går grova ledare. Man behöver inte rita ut alla ledarna på översikten, dessa visas på de underliggande detaljerade schemorna.

Denna typ av översikt är ofta det effektivaste redskapet för att man snabbt och effektivt skall kunna hitta vidare i de olika individuella kretsschema. **Skiss 1.**



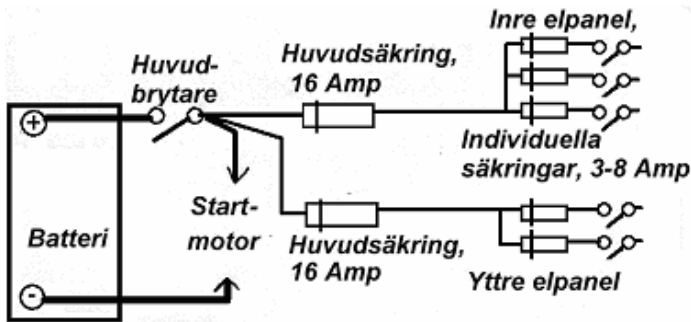
Skiss 1



Skiss 4

Man ser i de nedre delen av kurvorna, under 1 sekunds tid, hur den magnetiska utlösningen tar över från den termiska.

I vissa elsystem har man en eller flera huvudsäkringar, som leder ström till undergrupper av flera andra, mindre säkringar. Det är inte ovanligt att dessa mindre säkringar bara har termisk funktion, men att huvudsäkringarna har både en termisk och en magnetisk utlösning. **Skiss 5.** Avsikten är att vid fel bland de individuellt avsäkrade kretsarna skall den närmaste, minsta säkring lösa ut i första hand, medan den större huvudsäkring inte skall göra det för att annat än den felaktiga kretsen inte skall störas. Detta kallas att avsäkringen görs



Skiss 5

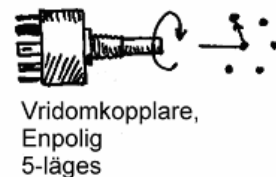
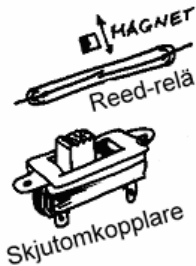
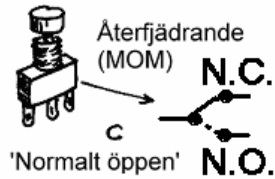
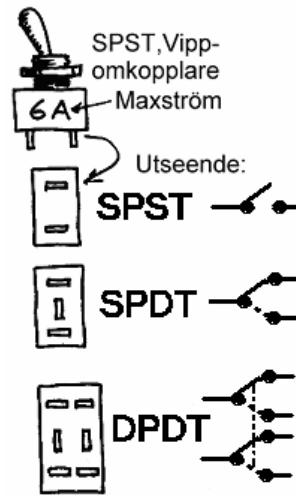
SELEKTIV. Vid en ren kortslutning i en krets blir strömmen plötsligt mycket stor genom båda säkringarna och då kan den magnetiskt utlösande huvudsäkringen lösa ut och kanske inte den lokala, mindre. Speciellt tydligt blir detta om de individuella säkringarna är av trög typ, t.ex. normala bilsäkringar, medan huvudsäkringarna har magnetisk utlösning.

Vid gradvis överbelastning däremot, typiskt att en elmotor börjar kärva eller liknande, kommer endast den lilla säkringen att lösa ut.

Omkopplare och Strömbrytare

Skillnaden mellan omkopplare och strömbrytare är bland annat att en strömbrytare endast kan bryta förbindelsen mellan en eller flera anslutna ledare 'in', till respektive ledares anslutning 'ut'. Omkopplare däremot kopplar om vilken väg en eller flera inkommande ledningar skall ha till utgående ledningar. Man kan alltså använda en omkopplare som en enkel strömbrytare, men inte tvärtom. Men benämningarna används ofta lite blandat.

Omkopplare har tre eller flera anslutningar och en eller flera poler, dvs. kontaktfunktioner. Vanligast är en- och tvåpoliga. Exempel på omkopplare visas i **Skiss 6.** Omkopplare betecknas ibland med de engelska förkortningarna för hur många poler och lägen de har, exempel i **Tabell 7:**



Skiss 6

Jord ombord på en båt

På flera andra ställen i boken kommer begreppet jord att nämnas och beskrivas och hur viktigt det är att man vet exakt vad som är i kontakt med jord. Därför visas redan här hur vissa installationer i en båt oundvikligen kommer i kontakt med båtens jord, eller hur det undviks.

Den mest uppenbara elektriska jorden för en båt är vattnet som omger den. Alla ledande föremål som finns i kontakt med vattnet är alltså jordade dit. Jämför också Kapitlet Landström, där mera om jordklotets egenskaper som jord beskrivs.

På en metallbåt är i princip alla bordsförskruvningar, roder, utvändig metallköl mm. i direkt kontakt med vattnet. Motor och propellersystem är också i kontakt med skrov och vattnet, medan man ofta strävar efter att själva elsystemet, inklusive det på motorn, är skilt från skrov och vatten både på + och minussidan.

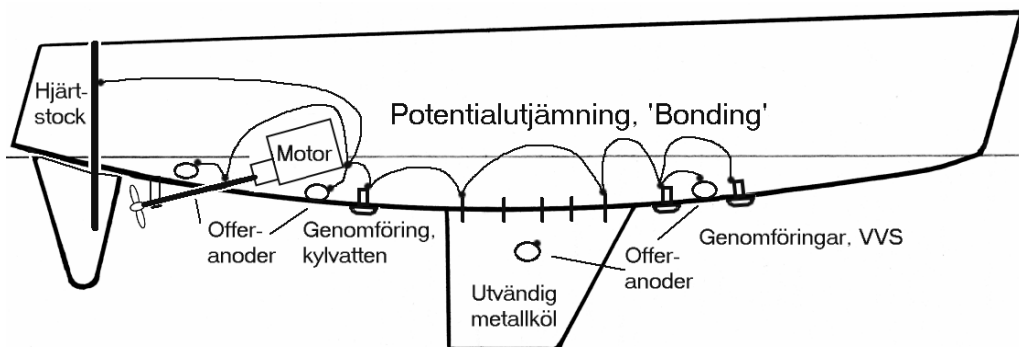
På plastbåtar finns det två olika huvudfilosofier samt undervarianter och problemområden:

1. Potentialutjämningsystem, PU (Engelska: 'Bonding')

Detta går ut på att man vill skydda enskilda metallföremål som sitter i vattnet från att bli sönderkorroderade om de får felaktiga krypströmmar genom sig. Man kopplar då ihop dem tillsammans med elektriska ledare, så att en eventuell krypström fördelas ut till alla metalldelar.

Skiss 1.

Visserligen skapas då ett annat problem nämligen galvanisk korrosion, eftersom det förekom-



Skiss 1

mer olika metaller i de olika delarna. Som kompensation ser man då till att installera offeranoder i detta system som skyddar de övriga delarna. (Se Kapitel 'Galvanisk Korrosion'). Observera att i grundutförande så är även motorns och propellersystemets gods förbundna till detta potentialutjämningsystemet. I USA är denna metod totalt dominerande. Systemet med 'Bonding' har rötter i tider då båtarna var av trä som var mer eller mindre fuktigt av saltvatten hela tiden. Då förekom krypströmmar på ett ganska oförutsägbart sätt och lösningen blev då 'Bonding'. Med denna hopkopplingsteknik kommer man att skapa en del krypströmmar och en mycket tydlig förbrukning av offeranoder. En bieffekt av offeranoder är att detta kan hindra beväxningsskyddet från koppar eller kopparbronser genom att kopparjonerna inte vandrar ut längre. Se kapitel om Galvanisk Korrosion.

Batterieriegenskaper

Batterierna i en båt är själva hjärtat i elsystemet och beskrivs därför relativt noga. Batteriproblem är bland de vanligaste ombord och det är nödvändigt med en viss baskunskap om batteriegenskaper och batterityper för att hela undvika problem.

Primärbatterier (ej laddningsbara)

Man kan testa principen för ett ej laddningsbart batteri genom att bygga ett. Man slår i en stålspik och en kopparspik i ett vanligt äpple. **Skiss 1.** Koppar blir + och stål blir -.

Äppelbatteriet kallas för primärbatteri för det genererar ström genom att korrodera stål med hjälp av den sura äppelsaften så stålspiken får överskott av elektroner. Primära batterier kan i allmänhet inte laddas.

Det gammaldags kol-zink-batteriet är den vanligaste typen av primärbatteri. Där löses den omgivande zinkbehållaren upp av den geleartade elektrolyten som består av ammoniumklorid. (Som bekant börjar sådana batterier ofta att läcka när de börjar ta slut och de skall därför aldrig lämnas kvar någon längre tid i apparaten de sitter i. Kolstaven är billigare än alla ädla metaller, men är lika ädelt som guld i den så kallade 'Galvaniska Spänningskedjan'. **Skiss 2.** Ädel är i detta sammanhang samma sak som galvaniskt positiv. (Se mer om detta i avsnittet om galvanisk korrosion.) Zink är en av de oädlaste av alla och alltså kraftigt galvaniskt negativt. Så skillnaden mellan kol och zink, som vi ser som den spänning som battericellen ger, blir mycket större än i exemplet med stål och koppar.

Andra vanliga batterier av primärtyp är alkaline som uppvisar mycket hög kapacitet per vikt och volym samt litium, som framför allt tål mycket långa lagringstider.

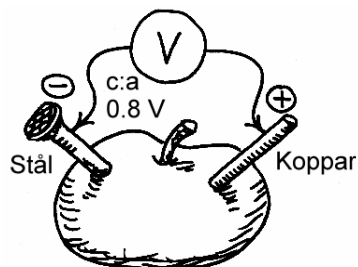
Sekundärbatterier

Dessa typer av batterier kan eller måste laddas före man kan använda dem. När de är laddade kan de försörja med elektrisk ström med ganska konstant spänning, sedan måste de laddas igen. Bly/syra- Nickel/Kadmium- och några andra nickelbaserade, silverzink samt några andra lite mer ovanliga typer tillhör denna sorts batterier. Ingen typ är perfekt och deras olika egenskaper som vikt per lagringskapacitet, pris, antal gånger de kan laddas och urladdas, hur känsliga de är för noggrann hantering av urladdning, skötsel och laddning är de viktigaste parametrarna.

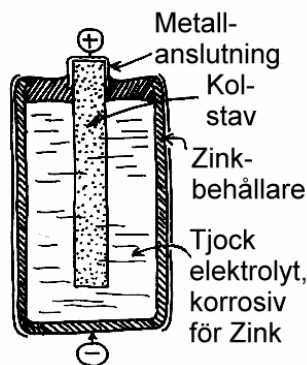
Bly - Syrabatterier

Denna typ av batteri har blivit den i särklass vanligaste där man behöver stor kapacitet. Användningsområdet är bl.a. bilar och båtar, eltruckar, videokameror mm. De finns i öppna eller slutna utföranden.

Orsaken är att de är ganska billiga och tekniken med dem har finslipats mycket under åren de använts. Nackdelar med dem är framförallt vikten, en ganska kort livslängd, vissa olägenheter



Skiss 1



Skiss 2

med syra och att de kan avge s.k. knallgas. Blyet i dem är giftigt och de skall därför tillvaratas via miljöstationer när de kasseras. (Detta gäller även Nickel Kadmium m.fl. typer. Om du är osäker, lämna alla gamla batterier till en miljöstation).

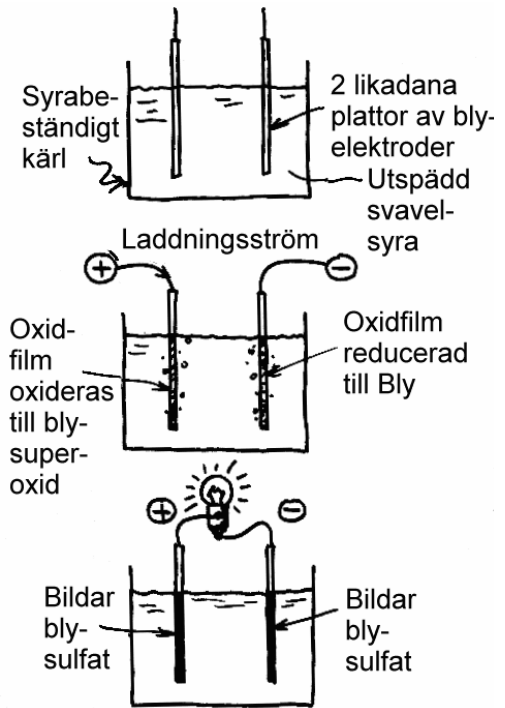
Blybatteriet (som man vanligen kallar det) utnyttjar två olika kemiska reaktioner för att lagra elektricitet. I sin enklaste form, **Skiss 3**, doppas två blyplattor i utspädd svavelsyra. Det finns ingen spänning mellan dem, för de är ju likadana.

När man ansluter en laddare till dem orsakar strömmen att det bildas en brun beläggning av blysuperoxid på plusplattan. På minusplattan ombildas vanlig blyoxid till rent bly. Efter ett tag är batteriet laddat.

Man kan då mäta cirka 2 volt mellan blyplattorna och om man ansluter en lämplig lampa så lyser den tills batteriet är urladdat igen.

När man återigen ansluter laddaren ser man plusplattan bli brun och minusplattan grå. Efter ett tag börjar bubblor bildas på plattorna, det är vatten som delas upp i syrgas (från plusplattan) och vätgas (från minusplattan).

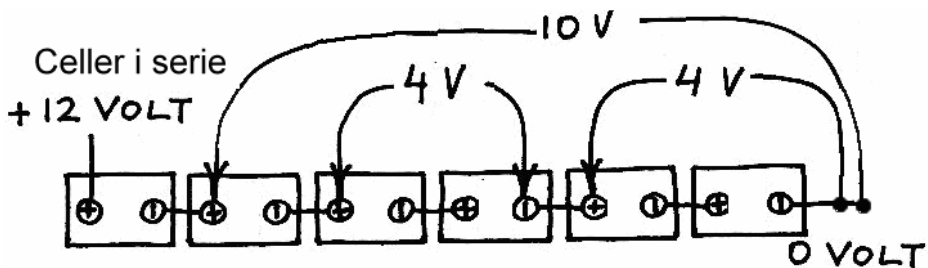
Blandningen kallas knallgas och är mycket explosiv om den förekommer i mer än små koncentrationer i luften.



Skiss 3

Seriekopplade celler

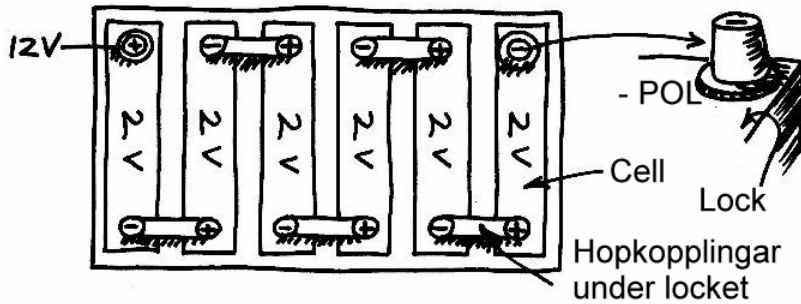
Vårt batteri i Skiss 3 behöver flera förbättringar för att bli användbart. För att få spänningen 12 Volt, måste 6 celler kopplas i serie, **Skiss 4**.



Skiss 4

Skissen visar vilka spänningar man kan mäta på sådana batterier där man kommer åt kopplingspunkten mellan cellerna.

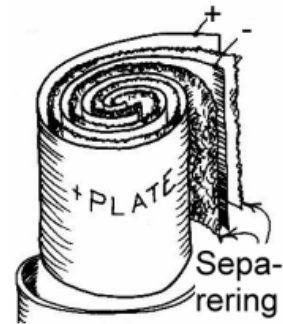
Cellerna i ett 12V-batteri kopplas ofta som **Skiss 5** visar, men är ofta dolt under ett isolerande lock, för att hindra olyckor där metallföremål ramlar ned och kan orsaka kortslutningar.



Skiss 5

För ett 6-voltsbatteri räcker det med tre celler i serie. Det är inte längre vanligt med 6-voltsbatterier på marknaden, men det kan förekomma. För båtbruk händer det att man av olika skäl vill använda två 6-voltsbatterier i serie i stället för två parallellkopplade 12V-batterier. I stort sett får man samma förhållande mellan vikt, volym och kapacitet oavsett vad man valt.

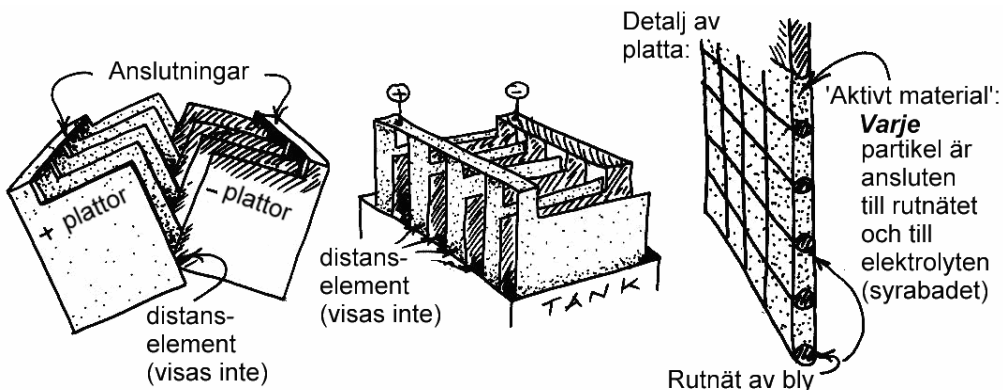
Olika metoder används för att få så mycket kapacitet som möjligt från en given mängd material. Ett sätt är att linda långa band av blyfolie med glasfiber matta som mellanrum så att den utspädda svavelsyran kan penetrera och lägga in rullen i en cylinder. **Skiss 6**. Man får mycket yta/vikt, men strömmen kan få väldigt lång väg att gå i folien och den kan i så fall inte klara särskilt stora strömmar. Sådana hökcapacitetsbatterier är oftast olämpliga som startbatteri av just det skälet.



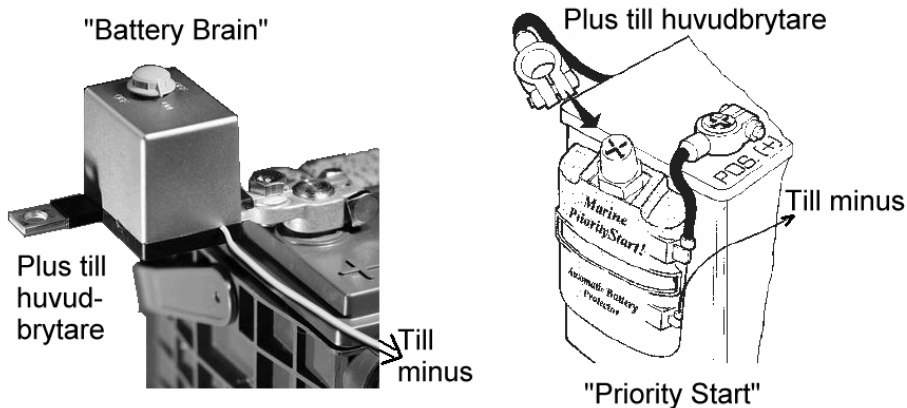
Skiss 6

Lagringskapacitet

Det vanligaste sättet att få fram stor lagringskapacitet är att separera blyet som leder strömmen från det bly som medverkar elektrokemiskt med syran. Ett antal plattor av bly gjuts i form av ett rutnät som skall leda strömmen och samtidigt vara mekaniskt stabilt. **Skiss 7**. De öppna ytorna fylls därefter med en pasta av 'aktivt material' som innehåller bruna partiklar av blysyra



Skiss 7



Skiss 3

ändras (T.ex. att båtägaren slår på lanternorna eller liknande). Underspänningsskydden har data som typiskt tillåter en startström genom sig på c:a 1000 Ampere och de tål typiskt några hundra ampere kontinuerligt. Därför klarar de att sitta direkt på batteriet, så att även startströmmen passerar dem samt för att hantera små eldrivna bogpropellrar.

Typisk egenförbrukning för dessa när de är i tillslaget läge är 4-10 mA och i frånslaget läge 0-8 mA. Använder man modeller som man kan slå ifrån som huvudbrytare så drar de helt försumbar ström.

Batteribankskopplingar

Det finns en mycket stor flora av sätt att uppnå det grundläggande behovet för batterikraft ombord på en båt. Valet beror på hur tillverkaren av din båt gjorde, hur många motorer och andra laddningsaggregat du har ombord, hur intresserad du är av att arbeta aktivt med att ändra elsystemen och om du vill ha stor manuell kontroll över användningen eller ej.

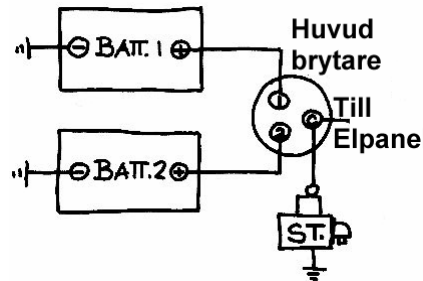
Antagligen finns det dock en minsta gemensam nämnare för alla båtägare, vad gäller batterisystem, nämligen att man vill kunna elstarta motorn även om smärre tekniska eller hanteringsfel har inträffat

Det borde finnas ytterligare en gemensam åsikt, nämligen att man inte skall behöva drabbas av att skada sina batterier på grund av djupurladdning för att man gör misstaget att lämna saker påslagna eller liknande orsaker.

I samtliga varianter av batteribankskopplingar gäller att man kan utelämna säkringar mellan batteribankar och startmotor samt till elpaneler, förutsatt att förbindelseledarna har huvudbrytare på plus, att ledarna är tillräckigt grova samt dragna installerade i skyddsrör och /eller klamrade så de inte kan lossna, komma i kläm eller i kontakt mellan plus och minus eller på annat sätt orsaka kortslutning. Man skall ALDRIG göra ingrepp i något som berör den icke avsäkrade delen av elsystemet utan att först ha lossat kablarna från batterierna. Vidare, använd inte verktyg vid losstagning som kan orsaka kortslutning mellan plus och minus på batterierna. Det är våldsamma strömmar som uppstår från en batteribank vid kortslutning, med akut brandrisk som följd.

Två batteribankar och manuellt val.

Skiss 4 visar en ganska vanlig uppdelning i två olika batterier, men en manuell omkopplare med vars hjälp man väljer vilket batteri som skall försörja både båt och utgöra startbatteri. Omkopplaren kan även läggas i läge 'All' och då kommer batterierna att hamna i parallell. Om man inte har kompletterande kopplingar för att ombesörja att laddningen kan gå till båda batterierna kommer laddningen att ske till det batteri som valts. Men glömmer man omkopplaren i läge 'ALL' så riskerar man att båda batterierna töms så att motorn inte kan startas. Man inser att det ena eller båda batterierna kan utgöras av flera batterier i parallell.



Skiss 4

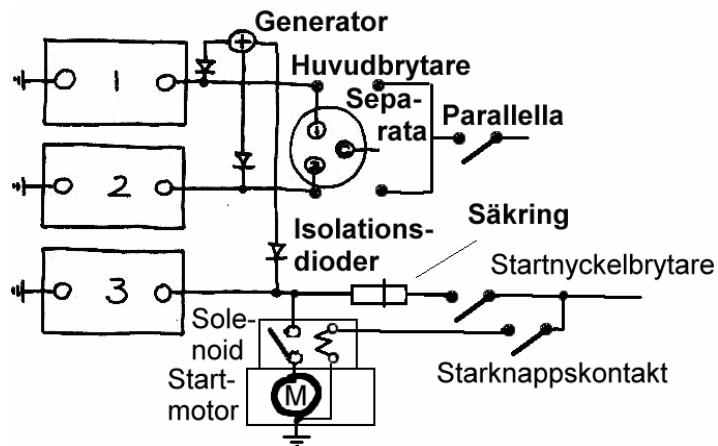
Flera batteribankar och diodladdningsfördelning

Skiss 5 visar en koppling där startbatteriet alltid är kopplat till solenoidkontakten på startmotorn (som normalt alltid är bruten) samt via en säkring till motorns elpanel. Efter säkringsbrytaren sitter normalt alltid startnyckelbrytaren.

Laddning från generatorn kommer via dioder som ser till att inte ström från ett batteri kan gå bakvägen

till nästa när generatorn inte laddar (speciell diod-anpassning av laddningsregulatorn behövs då, se mera om detta i avsnitt om generatorladdning).

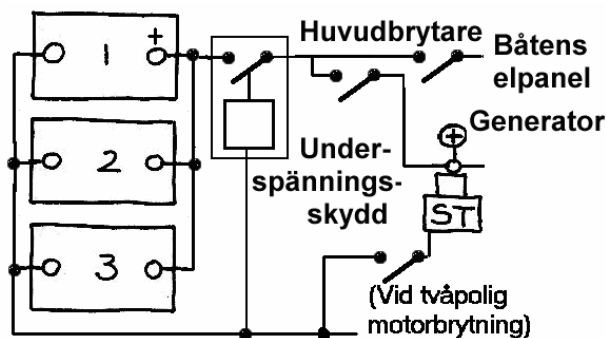
Kopplingen medför ingen risk att startbatteriet laddas ur oavsiktligt av båtens vanliga förbrukning. Huvudbrytaren kan ersättas av parallell-koppling av batterierna och en enkel brytare om man inte bryr sig om att kunna välja förbrukarbatteri.



Skiss 5

Gemensam bank med underspänningskydd

Skiss 6 visar en koppling där man kopplar alla batterier parallellt och installerar ett underspänningskydd. Notera även hur anslutningskablarna till batterierna är dragna: I genomsnitt får alla exakt samma



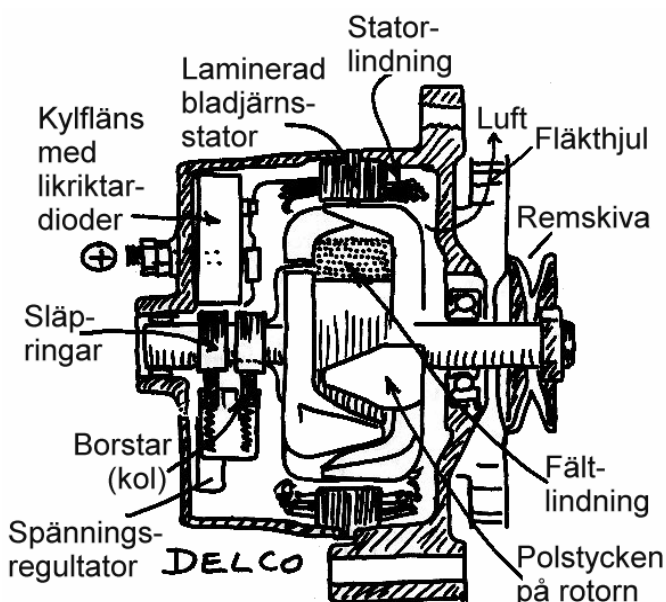
Skiss 6

Generator med spänningsregulator

På svenska har vi samma ord för de numera använda växelströmgeneratorerna och de äldre likströmgeneratorerna. På engelska har man två olika namn: 'Alternator' står för växelströms- och 'Generator' för likströmgeneratorer. Det var med billiga kraftfulla dioder som det blev i alla avseenden fördelaktigt att helt övergå till växelströmgeneratorer. De enda likströmgeneratorer man träffar på ibland är produkten 'Dynastart' för vissa äldre båtmotorer. Den är en kombination av en kraftig elmotor som orkar starta motorn och en likströmgenerator. Vi lämnar den eftersom den blir alltmer ovanlig.

Växelströmgeneratorn

Fördelen med växelströmgeneratorn är att den stora strömmen från den inte behöver passera några släpkontakter på rotorn. **Skiss 1** visar en genomskärning av en typisk generator från Delco (många andra leverantörer finns).

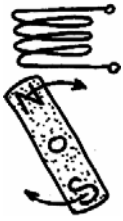


Skiss 1

I centrum finns rotorn som är en stor elektromagnet på en axel som drivs av en remskiva med en rem från motorn. Denna elektromagnet utgör den så kallade 'fältspolen'. Strömmen till denna kommer via två kolborstar som leder ström in till var sin blankpolerad släpning och därifrån till själva den roterande spolen.

Teoretiskt skulle man kunna ersätta denna elektromagnet med permanentmagneter, men då skulle man förlora den värdefulla möjligheten att reglera hur stort magnetfält som skall finnas. Magnetfältet i sin tur styr hur stor spänning som generatoren levererar och som måste anpassas till behovet för batteriladdning och förbrukning. Utan denna möjlighet skulle man överladda batterierna och skada dem och dessutom få alldeles för hög spänning vid litet strömuttag.

Man brukar kalla det område som magnetismen i en magnet verkar inom för ett magnetfält. Spänning genereras när ett magnetfält skärs igenom av en rörlig elektrisk ledare. Det kan då vara antingen ledaren eller magnetfältet som rör sig. Samma sak inträffar om det är styrkan i magnetfältet som ändras. **Skiss 2** visar en roterande magnet vars magnetfält snurrar och kom-



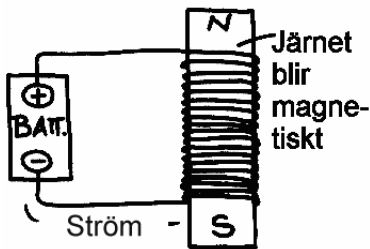
Skiss 2

mer att orsaka variation för spolen. Då kommer det att uppstå en varierande spänning i spolen som kan mätas i dess anslutningar. Det blir en spänningspuls åt ena hållet när magnetens nordpol passerar och en spänningspuls åt andra hållet när sydpolen passerar, alltså en växelspanning, totalt sett.

Man kan förbättra konstruktionen genom att sätta en spole på vardera sidan om magneten och seriekoppla dem och då utnyttjas det roterande magnetfältet bättre och det blir dubbelt så stor spänning.. Spänningen som kommer ut blir ungefär som skissen visar, så kallad sinusspanning. **Skiss 3.**

Skiss 4.

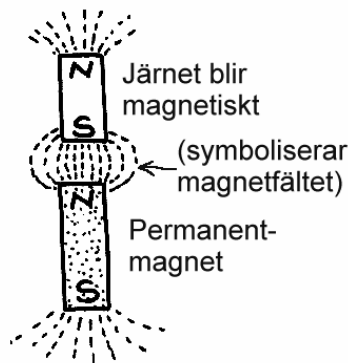
Man kan förbättra ytterligare genom att utnyttja det faktum att järn 'leder' magnetfält mycket bättre än luft. Placeras en bit järn i ett magnetfält så leds magnetfältet in mot och igenom järnbiten, som då själv börjar uppträda som en magnet med en nord- och en sydpol. **Skiss 4.**



Skiss 5

På liknande sätt orsakar en spole med likström igenom, som man lindar omkring en järnbit att järnet blir magnetiskt och detta kallas för en elektromagnet. (Beroende på typen av järn kan

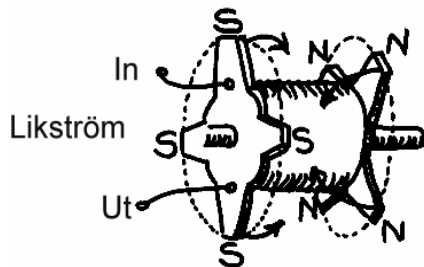
mycket eller nästan inget av magnetismen bli kvar i järnet när man brutit strömmen) **Skiss 5.**



Skiss 4

nerators roterande magnetfält bygger man upp en kraftig spole runt en järnkärna och i gavlarna sätter man en slags stjärnformade gavlar. När det går likström genom spolen kommer ena gaveln att vara magnetisk och den andra gaveln magnetiskt Norr. **Skiss 6.**

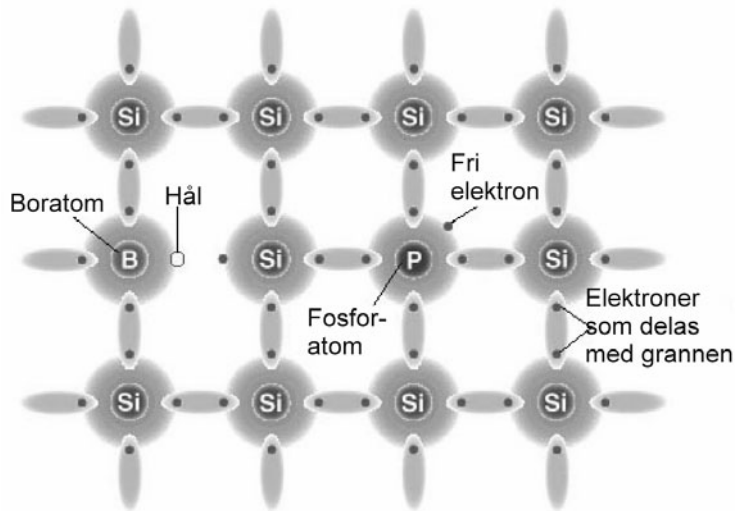
För att åstadkomma en växelströmsge-



Skiss 6

Solceller för batteriladdning

Behovet av el ombord även då man ligger i hamnar utan tillgång till el, eller då man seglar och



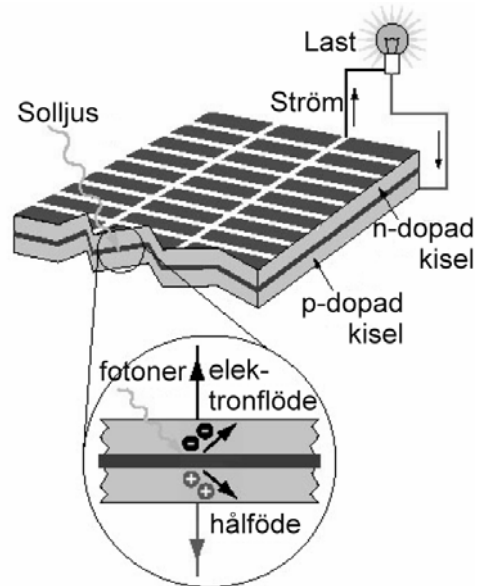
Skiss 1

inte har motor igång, tillsammans med det ökande behovet av el för kyla, navigationssystem, trådlös kommunikation mm. har gjort att det har blivit mycket vanligt att installera solceller för batteriladdning. För båtar som används då och då och som ligger stilla däremellan, medför även en måttligt stor en solcell att batterierna hålls fulladdade och får lång livslängd.

Solcellens funktion

I likhet med de flesta andra halvledare består solceller av kiselkristaller där man har infört vissa störningar i atommönstret via andra atomer. Dessa störningar medför att vissa atomer (P-dopning) får en 'brist' på elektroner ('Hål') och andra ett överskott (N-dopning). **Skiss 1**

Man applicerar sedan dessa olika atomskikt intill varandra och ser till att få elektriska ledare till båda skikten. I fallet solceller detaljutformas det hela så att man med hjälp av vissa av frekvenserna i solljuset kan få laddningarna att hoppa över den spänningspotential som finns över gränsskiktet mellan lagren. De har då en benägenhet att vilja förenas och upphäva varandras laddningar igen om man ansluter en yttre ledare. Detta gör att man kan få ut en viss spänning som kan ge ström. Ledarna på ena sidans kiselskikt kan utgöras av nästan heltäckande folie, men ovansidans måste vara hårstunna för att inte blockera solljuset. **Skiss 2.**

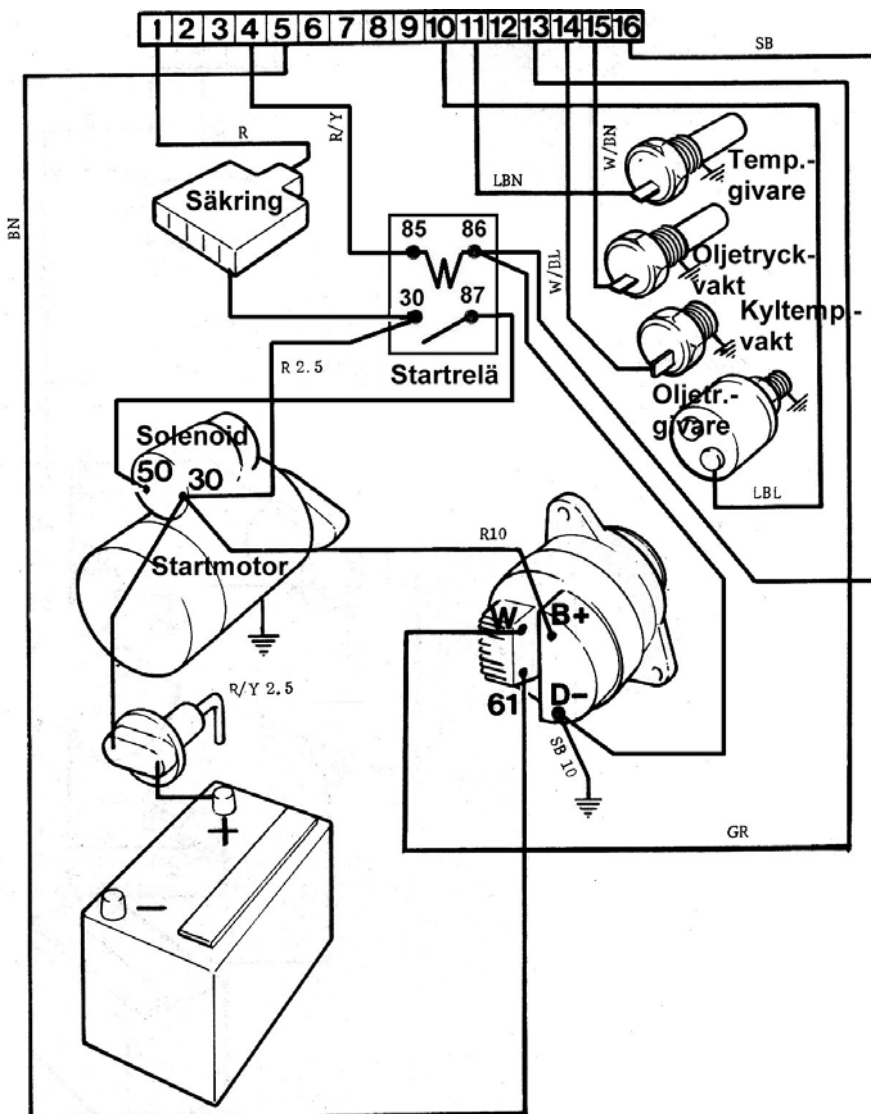


Skiss 2

En, två och 1½ - poliga elsystem på motorer

Enpoligt system

Det vanligaste elsystemet på fritidsbåtar med skrov som inte är av metall är ett **enpoligt** elsystem. Därmed menas att motorblocket är anslutet direkt till 12V minus hela tiden och att startmotorn, alla givare och eventuellt generatorn alla har sin minusanslutning genom metallisk förbindning direkt till motorblocket. Se **Skiss 3** som är från Volvo Pentas MD200X-serie i enpoligt utförande.

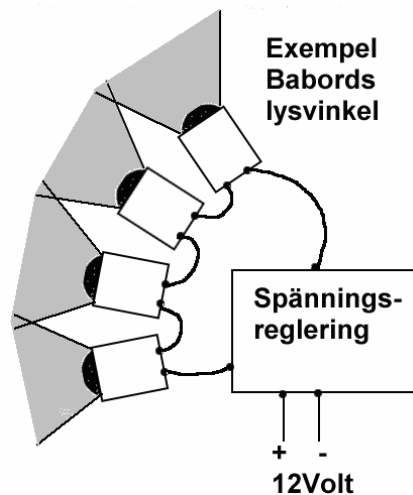


Skiss 3

skall uppnå de lysvinklar som lanternor skall ha. Detta passar dessutom utmärkt ihop med att seriekoppla dem så att deras totala matningsspänning kommer strax under 12 Volt, det höjer ljuseffektiviteten ytterligare. Resten låter man en liten spänningsregulator ta hand om. **Skiss 3.**

Behöver man större lysvidd kopplar man in flera våningar av LED.

Med LED-lanterner finns det inte längre något behov av den trefärgade segellanternan för masttoppsbruk. Vitsen med den var ju att man kunde utnyttja en enda glödtråd som kunde lysa runt hela horisonten. LED-lanternan har ju i stället ett visst antal LED per horisontvinkel och det spelar ingen roll om de alla sitter samlade i en enhet, eller om de är monterade i flera olika. Eftersom LED-livslängden är så stor att man inte behöver räkna med några byten, kan en LED-lanterna göras helt vattentät och oerhört robust. Det är rimligt att tro att den kommer att ersätta alla glödtrådslanterner snart.



Skiss 3

LED för ruffbelysning

För ruffbelysning kan man också hitta rena glödlampersättare med varianter av vitt ljus, för den vanliga BA15-sockeln, eller för sockel av den typ som halogenlampor har. Även hela små specialarmaturer baserade på vita eller blåvita LED finns. De flesta av dessa är inte helt lyckade av flera skäl:

Ljusfärgen är ofta åt det blåvita hållet och ger ett ilsket blåvitt ljus.

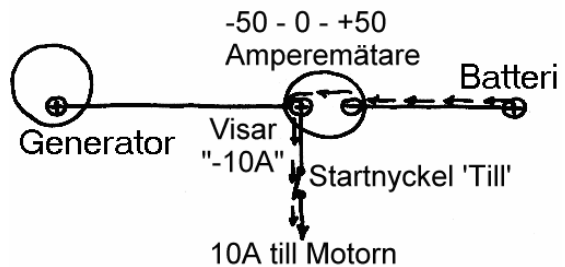
Lysvinklarna är ofta alltför snäva och eventuella reflektorer i den gamla armaturen utnyttjas inte för att ge den ljusbild som var avsedd.

LED som indikeringsljus

På en båt är det vanligt att man i normalläget har ett antal strömbrytare i elpanelen påslagna ständigt. Om man föredrar att ha små indikeringsljus som visar att de är påslagna, är det en fördel med LED. Ett viktigt skäl är att strömförbrukningen är så låg. Vill man sänka den ytterligare kan man ordna en koppling som gör att det räcker med en enda LED för att visa att åtminstone någon av flera strömbrytare ligger till. **Skiss 4.** fall visas strömmen som faktiskt går till batteriet som ett positivt värde. Om det inte skulle räcka till visas ett negativt. Om man inte har laddning igång visas den totala förbrukningen från batteriet. **Skiss 9.**

Amperemätare med shunt

För att undvika spänningsfall i elsystemet skall man ha grova och korta kablar där det går stora strömmar. Samtidigt vill man av uppenbara skäl kunna montera sina amperemätare på ställen där de är lätta att se. Vill man dessutom kunna se visningen på flera ställen så inser man att allt detta är svårt att förena. Lösningen på problemet är att man för större strömmar som skall mä-



Skiss 9

tas, med full skala på c:a 20 ampere eller mera, väljer att montera en så kallad SHUNT i den (grova) ledning där man vill mäta strömmen. **Skiss 10.**

Shunten är ingenting annat än ett seriemotstånd med väldigt lågt värde. Det ger upphov till ett visst spänningsfall och med en liten voltmeter som mäter mycket små spänningar kan man sedan se hur mycket ström som passerar shunten. Ohms lag igen, alltså.

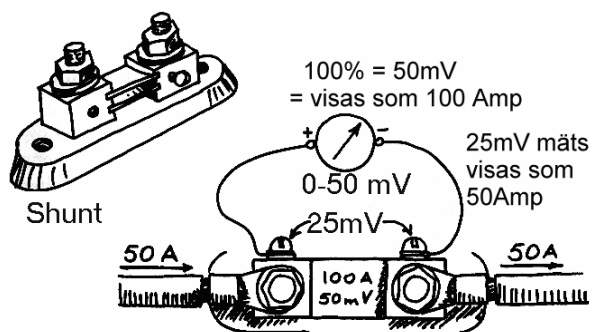
Shuntar görs för en viss max strömstyrka och de har oftast ett spänningsfall över sig på 50 millivolt (= 0.05 V) vid denna specificerade maxström. Med olika shuntar kan alltså ett och samma visarinstrument visa olika stora maxströmmar, man behöver bara byta skalan på visarinstrumentet.

Notera särskilt att det lilla visarinstrumentets anslutningsledningar skall skruvas fast på de små skruvarna vid sidan av de stora. Då påverkas inte mätresultatet av lite spänningsfall som kan finnas för den stora strömmens anslutningar. Det är egentligen vanligare att man hittar visarinstrument för strömshuntar som har område 0-100 mV än sådana med 0-50 mV. Samtidigt vill vi nog inte ha shuntar ombord som ger spänningsfall på 0.1 volt.

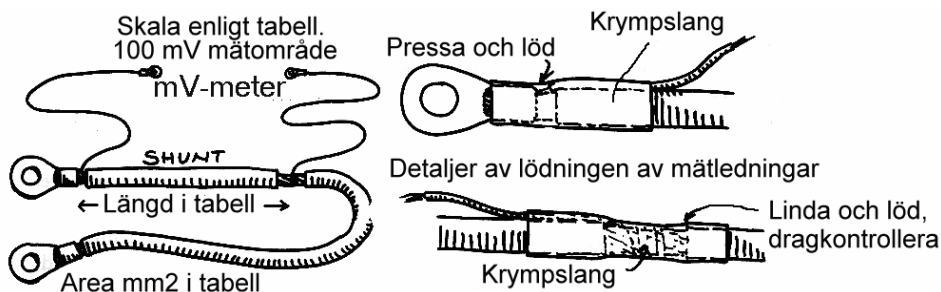
Kabelshuntar

Ett sätt att lösa behovet av en shunt är att låta själva ledningen som för fram den stora strömmen utgöra shunten. Genom att utgå från kopparns ledningsförmåga och tvärsnittsarea, kan man med hygglig noggrannhet räkna fram var man skall fästa de små ledningarna för visarinstrumentet.

Var bara noga med att de ansluter till den grövre ledningen på en annan punkt än där den stora strömmen ansluter. **Skiss 11** visar hur man gör.



Skiss 10

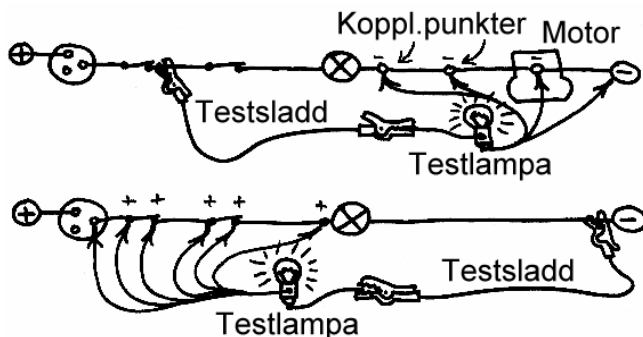


Skiss 11

Tabell 12 visar vilka kombinationer av ledningsarea och max strömvärde shunten skall få.

En ledning från en 50A generator är ofta 16mm². En kabelshunt skulle för 50A mätområde bli 1.86 meter lång mellan mätledningarna och så lång är nog en sådan ledning i alla fall.

Sätt in hängsäkringar på c:a 3Amp på dessa anslutningsledningar för att skydda från konsekvenserna av fummel. (Större risk med klena ledningar än med de grova)

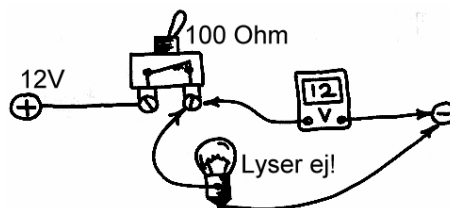


Skiss 5

Testlampa och multimeter

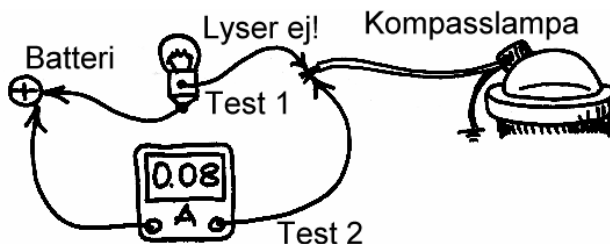
Testlampan är ett ganska grovt hjälpmedel som drar en ampere för att fungera. Multimetern, inställd på spänningsmätning, drar försumbart lite ström från stället den mäter på. Båda hjälpmedlen har fördelar och nackdelar.

EXEMPEL 1: En strömbrytare med korroderad kontakt får inte fram ström till rufflampan. Det har bildats ett motstånd i kontakten som är 100 Ohm. Mäter man spänningen efter brytaren med en multimeter enligt **Skiss 6** så visar den 12V. Provar man med testlampan så lyser den inte. Orsaken är att den dåliga kontakten kan lätt överföra den pyttelilla ström som multimetern behöver utan spänningsfall, men för testlampan hamnar allt spänningsfall över kontaktens motstånd i stället.



Skiss 6

EXEMPEL 2 Du misstänker att den lilla glödlampan till kompassen inte fungerar. Det är svårt att se det i dagsljus. Du testar då som i **Skiss 7**. Först använder du en testlampa mellan + från batteriet och ledaren som går till kompasslampan. Testlampan lyser inte. Sedan provar du att på samma ställen ansluta multimetern inställd för strömmätning (på 10A-området). Den visar att det går ström. Förklaringen är att med testlampan så kommer en stor, lågohmig lampa i serie med en liten, högohmig. All spänning hamnar över den lilla lampan och strömmen blir så liten



Skiss 7

att glödtråden i den stora inte ens glöder.

I det första exemplet drog multimetern för lite ström för att kunna användas. I det andra exemplet drog testlampan för mycket ström för att vara användbar.

s.

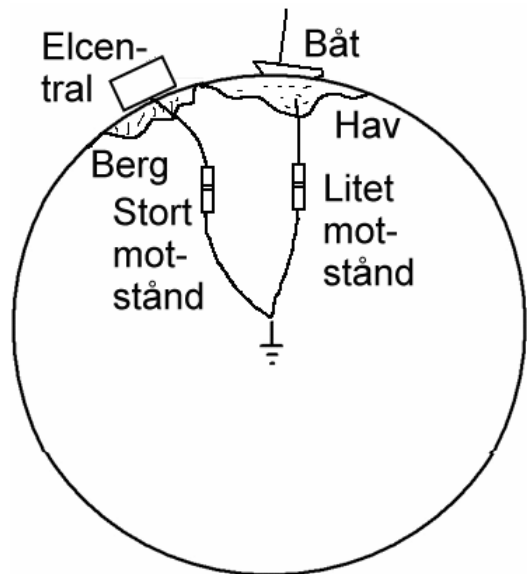
Landströmsinstallationer

Obalansspänning från Landström via skyddsjord

Den storskaliga jorden

Det finns få begrepp som är så förvirrande som jord och jordning i samband med el och elektronik. Orsaken är att behoven som skall täckas skiljer så mycket för olika tillämpningar. Vi börjar med en översiktsbild av vad jord är och inte är. **Skiss 1.**

Den övergripande jorden för jordklotet är ett medelvärde av spänningen på alla möjliga platser och är egentligen ointressant, bland annat för att vi inte kommer åt den. Det sitter alltid ett motstånd mellan oss och den. Men det innebär också att vi kommer att ha motstånd mellan den plats vi är på och en plats längre bort. Detta motstånd är inte likadan överallt. För en dalgång med fuktig lera är ledningsförmågan ganska bra och det är lågt motstånd mellan två platser i dalen. För en bergig trakt med kristallina bergarter däremot är motståndet högt och det är stort motstånd mellan två punkter även rätt nära varandra. Ju mera av kristallina bergarter, desto högre motstånd.



Skiss 1

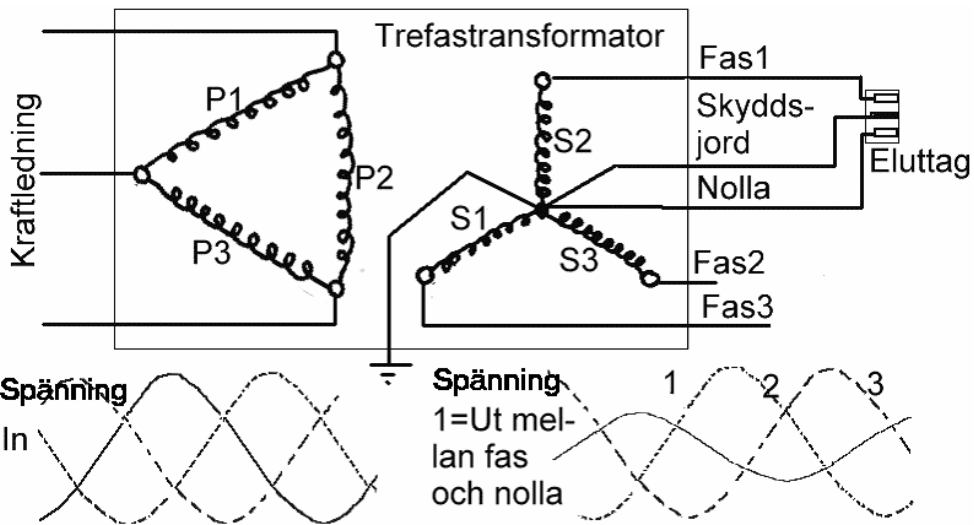
Marken är isolator i Skandinavien

En sak som inte är så omtalat utanför den storskaliga kraftförsörjningstekniken är att ledningsförmågan i marken i Sverige (och antagligen Norge och delar av Finland) är i genomsnitt 100 gånger sämre än motsvarande siffra för Europas kontinent. Detta innebär att det är mycket svårare att utjämna potentialskillnader här än vad det är i Europa (som har mest sedimentära bergarter). Detta gör också att det är olämpligt i Sverige att följa vissa delar av den praxis som man har för landströmsinstallationer för båtar i Europa.

Uppkomsten av obalansspänning

Det svenska elkraftsystemet bygger på ett kraftledningsnät med hög spänning som fördelar ut elkraften till lokala kraftledningar i några olika spänningssteg via transformatorer. Sista steget till vardaglig användning är att spänningen transformeras ner till den vanliga 230 Volt växelspänningen. Kraftnätet är uppbyggt på trefassspänning, (Se även Kapitel om Växelströmsgeneratoren i båten) och transformatorerna som tar ned spänningen till konsument har en så kallad Y-koppling där mittpunkten av lindningarna på sekundärsidan av transformatorn är jordad på platsen där transformatorn finns. **Skiss 2.**

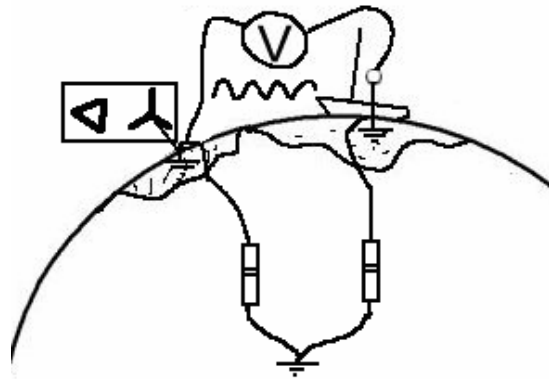
De spänningsuttag man drar ut från en sådan transformator till eluttag (via en säkringscentral) innehåller alltid en gröngul skyddsjord som är parallellkopplad vid transformatorn med den av ledarna som kallas 'Nolla'. Syftet med skyddsjorden är att man skall kunna jorda föremål som



Skiss2

skulle kunna bli spänningsförande av elfel via denna skyddsjord, så att säkringarna i så fall löser ut.

Eftersom det inte förbrukas exakt lika mycket ström i de tre faserna (1 2 och 3) som ju går till olika eluttag, så kommer det att finnas en viss obalans mellan faserna och detta kommer att göra att mittpunkten, nollan, i transformatorn kommer att variera i spänning, se nedtill i Skiss 2. Detta ger upphov till en ström till jorden vid transformatorn, men det blir kvar en spänningsskillnad mellan platsen för transformatorns jord och t.ex. en marina som ligger ett stycke därifrån. **Skiss 3.**



Skiss 3

I och med att kraftelektronik används kan spänningen uppträda som pulserande likspänning, och detta förvärrar korrosionsproblemen. Den grön-gula skydds-jorden är obligatorisk att dras ut tillsammans med fas och nolla till eluttag etc. och den kommer att följa transformatorjordens spänning i mittpunkten, så vi kommer att kunna mäta skillnaden i spänning mellan lokal jordspänning i havet och den i den grön-gula. Det är denna spänningsskillnad som kallas obalansspänning och som ställer till med mycket korrosionsproblem. Mer om detta i Kapitlet om korrosion **Skiss 4.**



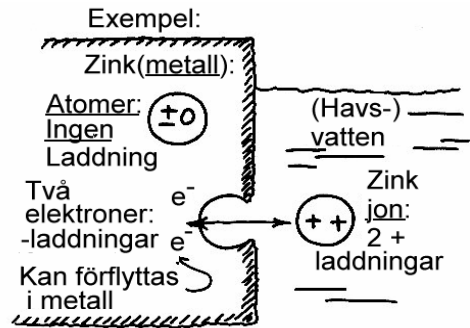
Skiss 4

vade i saltvatten. **Tabell 3** visar lite siffror på hur fort några rena metaller korroderar. Tabellen är kort och värdena inte särskilt noggranna, för metallerna i den är rena och isolerade. De verkliga vi använder som legerade och dessutom är de i kontakt med andra metaller. Detta skapar bekymmer, men också en möjlighet till problemlösning.

Korrosion och elektricitet

Fenomenet är precis detsamma som utnyttjas i torrbatterier som beskrevs tidigare. Ett torrbatteri är alltså en riktig korrosionshård som vi utnyttjar till vår fördel.

En atom består av en atomkärna som har positiva laddningar från ett antal protoner i kärnan samt lika många negativa laddningar från elektroner som cirklar runt kärnan. När en metall korroderar så oxideras atomerna, dvs. de förvandlas till 'metalljoner'. Detta sker genom att atomen lånar bort en eller flera elektroner. Aktiva metaller som t.ex. zink är mycket villiga att låna ut elektroner. Ädlare metaller är snåla. Men man kan genom att lägga spänning på en ädel metall få även den att låna ut elektroner.



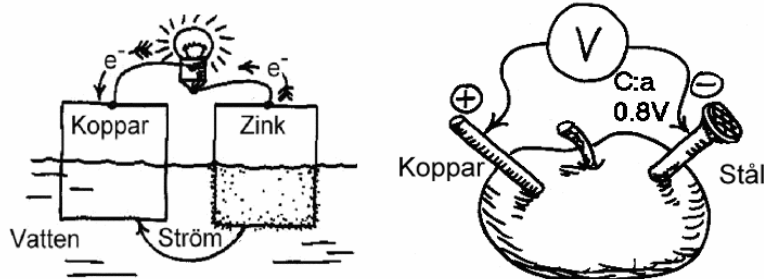
Skiss 1

T.ex. Zink i saltvatten korroderar när zinkatomerna på ytan förvandlas till zinkjoner och den lånar då ut två elektroner. **Skiss 1**

Zinkjonerna bildar zinkhydroxid ute i vattnet och elektronerna blir kvar så det bildas ett överskott av elektroner i materialet.

När allt fler zinkatomer blir oxiderade, ökar överskottet av elektroner. Zinkbiten blir mer negativ.

Man kan påvisa den negativa laddningen i zinken genom att ansluta den till olika metaller, till exempel koppar. **Skiss 2** visar dels en zinkbit och en kopparbit som via ledare är kopplade till en glödlampa. Kopparatomer som är ädlare än zink, är inte alls lika benägna att låna ut elektroner. Jämfört med de många extra elektronerna som frigörs i zinken, kommer kopparn inte alls att bli lika negativ (i jämförelse är detta att vara mera positiv). Elektronerna kommer att



Skiss 2

vilja jämna ut situationen och hittar vägen genom lampans glödråd till kopparn.

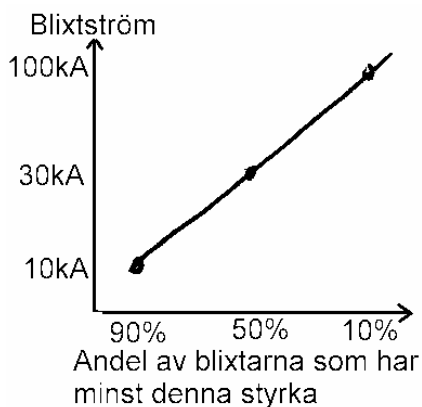
Åska

Risken för nedslag

Alla teorier och skrivelser om hur man skall försöka undvika åskväder och hur man då eventuellt kan göra för att minska risken för att träffas ligger utanför ramen för denna bok. Det är i sig ett intressant och viktigt område och det finns många olika åsikter i ämnet. Enligt den vetenskapliga forskningen tycks det inte finnas stöd för att några som helst åtgärder i en masttopp av typ 'minskning av statisk elektricitet' eller liknande via spetsar eller ledande borstar kan påverka risken att träffas, eftersom de fenomen som styr detta är mycket storskaliga.

Blixtströmmens storlek

I Sverige är det en institution hos Ångströmlaboratoriet i Uppsala som representerar bland de djupaste kunskaperna om åska. De har tagit fram rekommendationer för åskskydd för bl.a. segelbåtar som återges här med vissa kompletteringar. Det finns också statistik på hur stor strömstyrka blixtrar i Sverige har. **Skiss 1.** Minst hälften av blixtrarna har strömstyrka 30000 Ampere. 10% av dem har minst 100000 Ampere. En kopparledare med 30 mm² area smälter mer eller mindre av en så kraftig blixtröm. En 5 meter lång ledare av 30 mm² koppar där det går 100000 A, har ett spänningsfall på bortåt 500 volt.



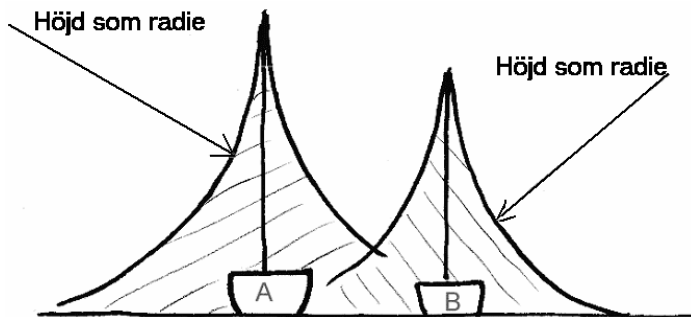
Skiss 1

Man skall ta fasta på dessa uppgifter om strömstyrkan när man hör talas om lyckade och misslyckade åskledarinstallationer. Åska (och grundstötningar) är de två områden där tvärsäkra uttalanden om vad som är starkt nog eller ej alltid skall tas med en stor nypa salt, beroende på att detaljomständigheterna är så varierande från fall till fall. Det finns nästan ingen gräns uppåt för blixrens strömstyrka om oturen är framme.

Skyddsområde av åskledare

Det finns många faktorer som påverkar vilken väg en blixt tar på sin väg mellan moln och mark och utan att ens försöka gå in i detaljer som påverkar bör man betrakta blixrens val av väg som tämligen slumpartad. Det finns åtskilliga exempel på blixtrar som tagit helt oväntade vägar. Talesättet 'blixt från klar himmel' är alltså något som finns belagt. Ett skrämmande sådant exempel finns i USA, där ett åskväder någon mil bort, helt skymt av ett mellanliggande berg, orsakade en blixt som nästan horisontellt ändå gick runt hela berget, träffade och dödade en man, trots en molnfri himmel.

Inom det svenska kraftnätet med dess kraftledningar och stora ställverk tillämpar man, baserat på erfarenhet och olika forskningsresultat, en relativt enkel och begriplig metod för att få fram vilket område en åskledare mestadels skyddar som vi kan kalla cirkelbågemetoden. **Skiss 2.** Den innebär att från ett ögonblick till nästa på sin väg neråt väljer blixten närmaste föremål. Den vet alltså inte om att det finns två master med olika höjd förrän den är nästan framme vid dem. Med denna metodik förstår man att masten på båt A bara skyddar masten på båt B om de ligger väldigt nära varandra och i praktiken sällan eller aldrig.



Skiss 2

Det är i stort sett bara under en bro eller under en hög kraftledning som man har ett någorlunda säkert skydd. Det finns därför stor anledning att se över sin båt för att minimera skadorna som kan uppstå vid åsknedslag.

Faradays bur

En av de viktigare principerna bakom bra åskskydd är den så kallade Faradays Bur. Den innebär att strömmen tar vägen på utsidan av ledande metallföremål och att man då inte får skadliga spänningsskillnader på insidan.

Elektriska fält producerar krafter på de laddningar (elektroner) som är själva strömmen i ledarna. Så snart ett fält omger ytan på en bra ledare genereras strömmar som orsakar en utjämnning av laddningar inuti ledaren så att det elektriska fältet inte märks där inne. För att Faradays bur skall fungera bra skall inte burens öppningar vara alltför glesa. **Skiss 3.**

Ju mera utvändigt och ju tätare man kan lägga de ledare som skall motsvara Faradays bur, desto bättre. Samtidigt blir ju konsekvensen att det i huvudsak är i denna yttre Faradays bur som mycket av blixtrömmen kommer att välja att gå i och ledarna här behöver därför ha den grövsta ledararean.

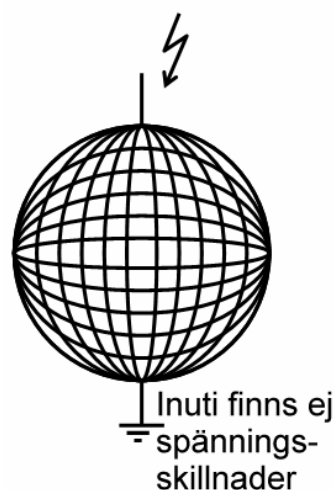
De spänningsfall som stor strömstyrka ger i en ledare kommer inte Faradays Bur att kunna trola bort och därför skall man naturligtvis se till att hålla sig ifrån alla ledande föremål inne i en båt när det åskar så man inte kan komma i kontakt med två olika ställen som kan få stor spänningsskillnad om blixten slår ned

Det är alltså önskvärt att försöka omge båten med rejäla ledningar som leder en eventuell blixtröm till havet och helst skall dessa finnas på utsidan av skrovet. I annat fall finns det viss risk för att blixten hellre tar vägen genom bordläggningen och ut.

Inducerade spänningar

Nästa elektriska fenomen som spelar roll för utformningen av åskskydd ombord är inducerade spänningar. När blixtrömmen rusar ner genom mast och vant omger den sig med mycket starka magnetiska och statiska fält. Vad gäller magnetiska fält och deras samband med elektriska spänningar så beskrivs detta i avsnitten om spolar och generatorer. Statiska inducerade spänningar kan man belysa genom följande:

Om ett föremål A blir positivt laddat (av t.ex. en stor blixtröm) och det finns ett annat föremål B intill, så drar A till sig de negativa laddningarna i B som är närmast A. (positiva och negativa



Skiss 3

Appendix A, Grundläggande Ellära

Del 1, Grunder

För de som inte är så kunniga på ellära kan det vara värdefullt med liknelsen med vatten som strömmar i rör för att förklara en del av egenheterna i elsystem.

I **Skiss 1** sätts vattnet under tryck av vikten. Trycket kan mätas med en manometer som visar trycket, eller via en stråle från ett munstycke. Ju högre tryck, desto högre stråle.

För el är motsvarigheten till trycket SPÄNNING, som mäts i Volt. Det är spänningen som trycker fram STRÖM i en ledning, på liknande sätt som vattentrycket driver fram ett flöde av vatten i ett rör.

Vatten som flödar ut ur ett munstycke stöter där på ett motstånd och detta liknar det elektriska MOTSTÅND som begränsar hur mycket ström som en viss spänning ger upphov till.

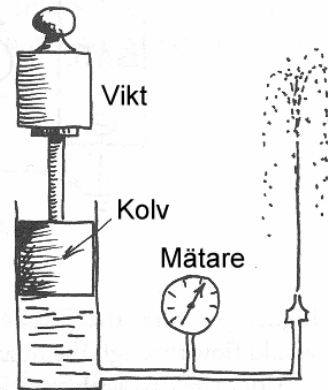
Med ökat tryck flödar mera vatten genom munstycket. Med ökad spänning går det mera ström genom en ledning eller genom en glödlampa. Minskar trycket respektive spänningen, så minskar flödet respektive strömmen.

Motstånd finns överallt. För vattnet är det lilla hålet i munstycket ett motstånd, friktion i rørets väggar är ett annat. För ström finns det motstånd i en ledning och i glödtråden till en glödlampa. Grövre rör ger mindre motstånd för vatten och tjockare ledningar ger mindre motstånd för ström.

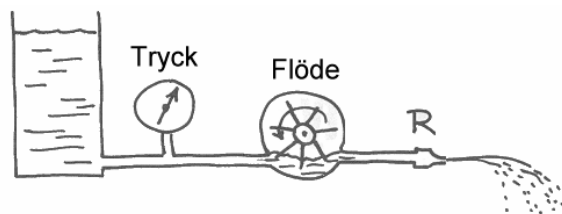
Man kan mäta ett vattenflöde i t.ex. kg/timme och man mäter ström i 'Ampere' som ofta förkortas till A eller Amp. Man kan t.ex. säga att det går tre ampere i en ledning, eller att en glödlampa drar två ampere. Eller att strömmen är 4A.

I **Skiss 2** strömmar vatten ut från en tank via rör genom en paddelhjulsanordning som mäter hur många liter per minut som passerar. Eftersom det sitter ett litet munstycke ytterst, så blir det största motståndet där. Tryckmätaren visar hur mycket kraft som trycker ut vattnet. Om trycket ökar, så ökar vattenflödet och paddelhjulet snurrar fortare.

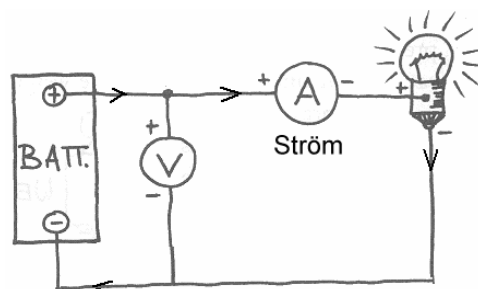
Jämför detta med **Skiss 3** där en Voltmeter V mäter hur mycket elektrisk spänning som finns mellan + och - på ett batteri och en Amperemätare A mäter den elektriska ström som av spänningen pressas genom glödtråden i glödlampen som lyser. Batteriet matar



Skiss 1



Skiss 2



Skiss 3