

EN ÖVERSIKT AV ELMOTORER

Av: Gabriel Jonsson
Lärare: Maria Hamrin, Patrik Norqvist

Inledning

I denna uppsats presenteras några av de vanligaste elmotorerna vi stöter på i vardagen. Principerna för hur de fungerar och i vilka apparater man hittar de olika motorerna tas upp. Det som är gemensamt för alla motorer som tas upp här är att de innehåller magneter, förbrukar ström och får en axel att rotera.

Motorerna klassificeras här i första hand efter vilken strömkälla de klarar av, nämligen likström, enfas växelström eller trefas växelström. Dessa tre typer tas upp under varsin rubrik nedan. Enfas och trefas växelströmsmotorer är i viss mån möjliga att köra på ”fel” sorts växelströmsuttag. Detta beskrivs mer under rubriken för trefas växelströmsmotorer.

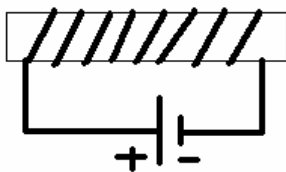
Sedan finns i en egen rubrik som tar upp specialfallet universalmotorn, som klarar både likström och växelström. Ett par rubriker finns även med som kort förklarar grunderna i magneter och växelström.

Induktionsmotorn är en variant som kan införas på alla växelströmsmotorer, och tas upp i en egen rubrik. Det finns förstås många typer av elmotorer som inte tas upp i denna uppsats. Ett exempel är servomotorer, som används tex. vid servostyrning i bilar.

Grundläggande om magneter

De magneter som tas upp här är antingen permanenta magneter eller elektromagneter. En permanent magnet är en järnbit som har ett permanent magnetfält. Järnbiten har en bestämd nordända och en sydända. En elektromagnet består av en cylinder med en ledning lindad många varv runt. När ström går genom ledningen får cylindern ett magnetfält liknande permanentmagneten. Om man byter håll på strömmen byter nord och sydändan plats. Figur 1 visar en skiss på en elektromagnet.

Nordände Sydände



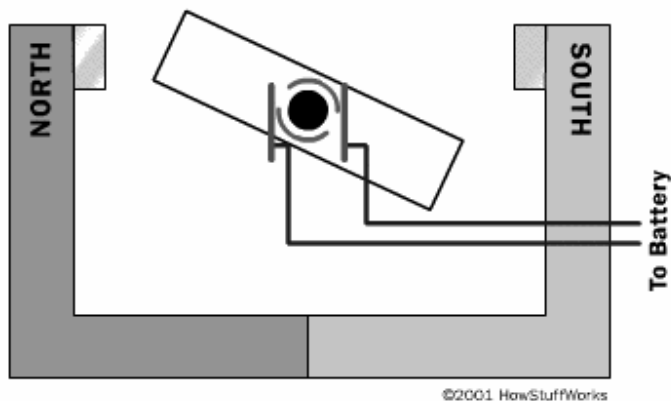
Figur 1. En ledare kopplad till spänningskälla, lindad runt en stav, bildar en elektromagnet.

Likströmsmotorer

Dessa motorer är de som använder en likriktad strömkälla, tex. vanliga 9V-batterier. Sådana motorer är vanliga i leksaker, som tex. radiostyrda bilar. Principen som motorn bygger på är att man har en permanent magnet och en elektromagnet, som sitter så att en av dem kan rotera. Den roterande magneten kommer nu sträva efter att rotera så att dess sydända är nära permanentmagnetens nordända, och vice versa.

Rotationen orsakar sedan att strömriktningen byts på elektromagneten. För att motorn ska fungera, ska bytet av strömriktningen ske när magneten nästan har roterat dit den ”vill” vara [1].

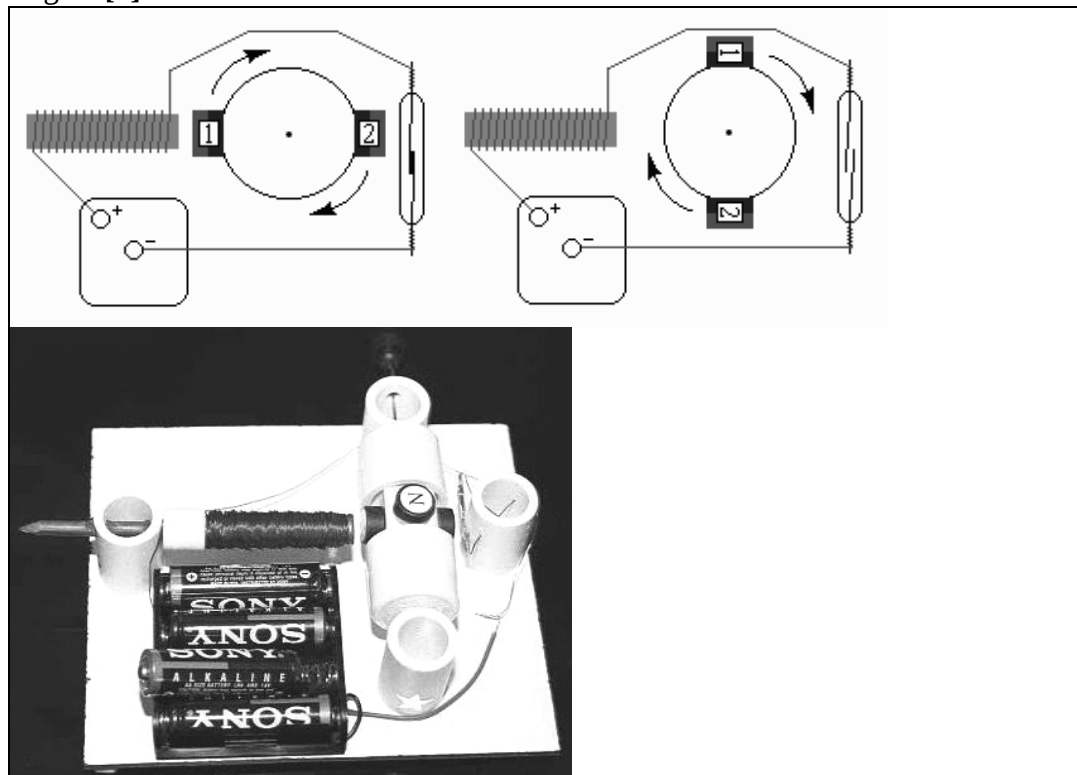
Figur 2 visar en skiss på en sådan motor.



Figur 2. En skiss lånad från <http://electronics.howstuffworks.com/motor6.htm>. Staven i mitten roterar och har en spole längsefter sig, kopplad till de gröna kontaktarna. De gröna kontaktytorna roterar med staven, och de röda kontaktytorna är fixa. Därför byter kontaktarna plats varje halvt varv, och därmed strömriktningen genom stavens spole.

Ett alternativ är att låta en permanent magnet rotera och ha en stationär magnet som elektromagnet. En skiss på en sådan visas i figur 3. Där är det en switch som avgör om ström ska gå genom elektromagneten eller inte. Switchen slås på när en magnet kommer nära, genom att magneten gör switcharnas plattor magnetiska så de attraherar varandra.

Strömmen gör att elektromagneten repellerar den närmsta magneten. Större delen av sträckan magneterna roterar är elektromagneten avstängd, och magneterna roterar endast pga. sin tröghet.[2]



Figur 3. En skiss lånad från <http://www.simpleremotor.com/rsmotor.htm>. Under skissen finns ett foto på en hemmabyggt motor från samma websida. Switcharna till höger magnetiseras om en magnet kommer nära, och attraherar då varandra, vilket gör att ström leds.

Grundläggande om växelström

De flesta hushåll har enfas växelström. Detta innebär att man har en ledare med en spänning som varierar sinusformat, och en ledare som är jordad. Man kan se det som att kraftverket levererar elektroner via den första ledaren, och sedan går elektronerna via jorden tillbaka till kraftverket. 100 gånger per sekund byter strömmen riktning. Spänning mellan kontakterna är i Sverige 230V under periodens högsta punkt.

Det finns även elnät som levererar trefas växelström. Här har eluttaget fyra kontakter (fem om man räknar in skyddsjorden) där tre av dem bär sinusformad spänning, och den fjärde är jordad återledare för alla tre. Att ha en gemensam återledare på detta sätt fungerar tack vare att de tre ledarnas spänning ligger förskjutna i tiden en tredjedels period ifrån varandra, och alla har samma maxspänning. Spänning mellan spänningsbärande ledare och jord är som mest 230V och mellan två spänningsbärande ledare 400V. [3],[4]

Enfas växelströmsmotor

Denna motortyp är, tillsammans med universalmotorn, en av de vanligaste vi har i hushållet, eftersom hushåll i allmänhet har enfas växelström i vägguttagen. Universalmotorn är en motor som klarar både växelström och likström, och beskrivs närmare i ett senare stycke.

Den enklaste varianten av enfas växelströmsmotor liknar i stor utsträckning likströmsmotorn. Egentligen är den enklare till sin konstruktion. De två ledarna i eluttaget kopplas till varsin ända i elektromagneten. Det behövs inte längre någon speciell kontakt som byter plats på kontakterna eftersom växelströmmen byter riktning hela tiden. [5]

Dock behövs lite speciella arrangemang för att få motorn att starta. Om magneten är i det läge den "vill" vara när motorn startar, vilket håll ska den då snurra åt? Denna motor kan pga symmetri snurra åt båda hållen precis lika lätt. Det behövs något sätt att få magneten att snurra åt endera hållet. I praktiken har sådana motorer oftast en kondensator som håller en laddning medan strömmen är avstängd. Vid start laddas kondensatorn ur i en temporär elektromagnet som sätter snurr på rotatormagneten. Sedan kopplas kondensatorn bort och laddas upp igen. Ett alternativ är startsnöre. I detta fall kan man bestämma själv från gång till gång åt vilket håll motorn ska rulla.[4]

En sådan motor kommer alltid att snurra 50 varv per sekund om den kopplas till den vanliga växelströmmen som byter riktning 100 gånger per sekund. Motorn kallas därför synkron växelströmsmotor. En motor som inte är begränsad till att välja strömkällans frekvens, och som är vanligare än den synkrona motorn, är induktionsmotorn, som beskrivs i senare stycke. [5],[6]

Nedan är en skiss på en enkel växelströmsmotor.

Trefas växelströmsmotor

Denna motor är den som kanske bör ses som den idéala elmotorn. Den har stor effekt jämfört med förbrukad elektricitet, går jämnare än enfas-motorn, och behöver ingen kondensator eller startsnöre för att startas. Nästan alla elmotorer med effekt över 7 hästkrafter är av denna typ. Relativt effektkrävande hushållsmaskiner som tex. diskmaskiner har ofta uttag för både enfas och trefas. Trefas bör användas om det finns installerat i hushållet.

Principen är att tre elektromagneter placeras med en tredjedels varvs mellanrum i en cirkel i vilken permanent magneten roterar. [4],[5] Varje elektromagnet kopplas till varsin spänningskälla, och man får då ett magnetfält som roterar, dvs magnetfältets norrsida rör sig i

cirklar med- eller moturs som permanentmagneten följer. För att byta rotationsriktning måste man byta vilka magneter som går till vilken ledare i kontakten.

Figur 4 visar en bild på en trefas-motor.



Figur 4. En bild lånad från <http://my.execpc.com/~rhoadley/magacmot.htm> som visar en enkel hemmabyggt trefas-motor. De sex elektromagneterna är parvis kopplade till olika faser i spänningskällan. I mitten roterar en permanent magnet.

Det går även att ändra så att elektromagneterna byts ut mot permanenta magneter om permanentmagneten samtidigt byts ut mot en skiva med sex elektromagneter.

Det faktum att denna trefas-motorn är effektiv i drift och enkel till konstruktionen är anledningen till att det finns så vitt utbyggda trefas växelströmnät. [3]

En trefas växelströmsmotor går även bra att köra med enfas växelström, vilket är bra eftersom man kanske inte har trefas installerat i lokalen. Motorn går dock troligen inte lika jämt och fint, och man måste kanske köpa till ett startsnöre.

Enfas växelströms-motorer kan kopplas in i trefas-uttag genom att använda en kontakt som inte använder två av de tre spänningsbärande ledarna. Detta ger dock ojämn belastning på elnätet jämfört med en riktig trefas växelströmsmotor.

Induktionsmotorn

Detta är en variant på någon av de tidigare nämnda växelströmsmotorerna. Induktionsmotorn är den vanligaste varianten i praktiken.

Skillnaden är enklast att beskriva för trefas-motorn. Om det är permanentmagneten som roterar byter man ut denna mot en roterbar cylinder innehållande en massa små slutna cirkulära kretsar, isolerade från varandra. Det roterande magnetfältet, beskrivet i tidigare rubrik, kommer nu inducera höga strömmar i dessa små kretsar, som orsakar en elektromotiv kraft och ett vridmoment som får hela cylinderna att vrida sig i samma riktning som magnetfältet roterar, med ett visst eftersläp. Det är möjligt att få cylindern att rotera vid lägre frekvenser än magnetfältet. För enfasmotorn är det också ett roterande magnetfält som skapas. Man har dock bara i grunden tillgång till ett magnetfält som oscillerar fram och tillbaka. Här måste fasförskjutningen som gör cirkelrörelsen möjlig skapas med olika slutna isolerade spolar som inducerar ström och i sin tur genererar magnetfält med en viss fördröjning jämfört med huvudmagnetfältet. [5],[6]

Universalmotorn

Denna motor är i grunden en likströmsmotor, där permanentmagneten är ersatt med en elektronmagnet som seriekopplas med den andra elektromagneten. Det fungerar därför lika bra med växelström som likström. Eftersom växelströmmens ändring byter poler på samtliga magneter när den växlar händer inget, och motorn snurrar på i det närmaste likadant som vid likström.

Fördelen med denna motor jämfört med den rena enfas växelströmsmotorn är att universalmotorn blir betydligt starkare än en lika stor växelströmsmotor. Nackdelen är att universalmotorn blir mycket högljudd eftersom kontaktytorna hela tiden skrapar mot varandra.

Universalmotorn används exempelvis i dammsugare eftersom den måste vara stark men samtidigt lätt nog att släpa runt utan större besvär. I takfläktar används istället den tystare och svagare växelströmsmotorn. I allmänhet kan man på detta sätt lyssna sig till vilken sorts motor man har i hushållsapparaten. [7]

Sammanfattning

Motorerna vi ser i vardagen är oftast induktionsvarianten av enfas växelströmsmotor om de är tysta, och universalmotorer om de är högljudda. Drivs motorn av batteri är det troligen en likströmsmotor. Diskmaskiner och spisar är ofta trefasmotorer som är inkopplade till enfasuttag, eftersom det är det enda de flesta hushåll har inbyggt.

Vill man ha mycket effekt till låg driftkostnad bör man satsa på trefas växelström och därtill anpassade motorer.

Referenser

1. *How Electric Motors Work*. 2005-08-16. <http://electronics.howstuffworks.com/motor1.htm>
2. *How It Works: Reed Switch Motor*. 2005-08-16. <http://www.simplemotor.com/rsmotor.htm>
3. *Trefas växelström*. 2004-03-22.
http://130.237.33.129/klab/Fysik_5A1216/VT%202004/Trefas%20vaxelstrom.htm
4. *Three-phase motors 101*. 2005-08-16.
http://www.woodweb.com/knowledge_base/Threephase_motors_101.html
5. *Electric Motors*. 2005-08-16.
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/elemot.html#c1>
6. *Induction motors*. 2005-08-16.
http://www.electricmotors.machinedesign.com/guiEdits/Content/bdeee11/bdeee11_7.aspx
7. *Why is a table saw quiet but a circular saw loud?* 2005-08-16.
<http://home.howstuffworks.com/question338.htm>