**Hvad er sammenhængen mellem watt, ohm, ampere og volt?**

*Fra http://elektroskolen.dk/?page\_id=25*

*Forfatter: William J. Beaty (© Alle rettigheder forbeholdes)*

*Oversætter: Anders Kjeldsmark Larsen*

*Oprindelig artikel på engelsk:*[*“How Are Watts, Ohms, Amps, and Volts Related?”*](http://amasci.com/elect/vwatt1.html)

Hvordan hænger watt, volt og ampere egentlig sammen? Godt spørgsmål. Et brugbart svar vil blive OMFATTENDE! (grin)

Her kommer et MEGET kort svar:

Elektrisk ledende materiale er altid fyldt med bevægelige elektriske ladninger, og den overordnede bevægelse af disse ladninger kaldes ‘elektrisk strøm’. Spænding kan forårsage elektriske strømme da en spændingsforskel agerer som en trykforskel der skubber lederens egne ladninger i en retning. En leder har en bestemt modstandsværdi (resistivitet) i forhold til elektrisk strøm, en “friktionsværdi”, og friktionen mod strømmen af ladninger varmer det resistive materiale op. De bevægelige ladningers flowrate måles i ampere. Omsætningen af elektrisk energi (såvel som raten hvormed varmen afsættes) måles i watt. Den elektriske modstand måles i ohm. Ampere, volt, watt, ohm.

Virker det ikke helt så lige til? Så lad os undersøge tingene nærmere. Først watt og ampere. Watt og ampere kan være lidt forvirrende fordi de begge er flowrater. Alligevel taler vi sjældent om ‘det’ som er årsagen til flowet. Det er formodentlig umuligt at forstå en flowhastighed uden først at forstå substansen der flower/flyder/strømmer. Tag nu for eksempel vand: kunne vi reelt forstå liter-per-sekund hvis ikke vi forstod liter og aldrig havde rørt vand? Det er vanskeligt at forstå flowrater som ampere og watt uden først at forstå ‘det strømmende/flydende materiale’. Lad os først se nærmere på ampere.

**Ampere**

En ladningsmængde måles i enheden COULOMB, og ordet ampere betyder det samme som “én coulomb ladning strømmende per sekund”. Talte vi om vand ville coulomb være liter og ampere ville være liter per sekund.

Hvad er det så rent faktisk der strømmer/flyder inde i en ledning? Det har flere navne:

* Elektriske ladninger
* Elektroner
* Ladede atomer (ioner i saltvand osv.)
* Ladninger af elektricitet
* Elektrisk substans
* Elektronskyen
* Elektrisk væske
* Ladningsmasse
* Ladningsstof
* Og måske andre

Hvordan kan det være at ampere er så forvirrende? Svaret er enkelt: grundbøger lærer os næsten altid om ampere og strøm, men uden først ordentligt at forklare coulombs og ladninger. Forestil dig at vi ikke havde noget ord for “vand”, og at vores lærere alligevel ville have at vi skulle forstå alt omkring den mystiske flyden inde i vandrør. Forestil dig at vi *skulle* forstå “liter-per-sekund”, men helt uden at kende til vand eller liter.

Hvis vi aldrig havde lært ordet “liter”, og hvis vi ikke anede at vand overhovedet eksisterede, hvordan skulle vi så kunne forstå den “strømmen/flyden” der foregår? Måske ville vi antage at “strømmen” (af vand) flød gennem tomme tørre rør. Måske ville vi endda tro at “strøm” var et abstrakt koncept. Eller måske ville vi forestille os at en usynlig vådhed strømmede gennem rørene. Måske ville vi helt opgive overhovedet at forstå vandrørssystemer. I stedet for kunne vi koncentrere os om matematikken og klare os fremragende i en teoretisk fysik-test, men vi ville ikke opnå en levende intuitiv forståelse. Dét er problemet med elektricitet og ampere.

Vi kan kun forstå den elektriske flyden i ledninger (amperene) hvis vi forstår ‘”det” som flyder inde i ledningerne. Hvad flyder så inde i ledninger? Det er ladning, metallets egen elektronsky, coulombsne…

**Ladning**

Det som flyder/strømmer inde i ledninger er “ladning”, men normalt bliver vi ikke fortalt at alle metaller altid er propfyldte med bevægelig ladning. Altid. Et stykke metal er som en tank fyldt med vand. Ryst metalstykket og “vandet” vil flyde rundt inden i. “Vandet” er den bevægelige elektriske ladning som findes inde i metallet. I fysik kalder vi dette for “elektronskyen”, og endda “elektrisk væske”. Den bevægelige ladningsmasse er en del af metallet. I kobber er den elektriske væske faktisk de ydre elektroner hos alle kobberatomerne. I et metal er der ikke tale om at elektronerne orbiterer omkring det enkelte atom. Elektroner opfører sig ikke ligesom fagbøgers diagrammer normalt viser. Istedet bevæger atomets ydre elektroner sig rundt inde i metallet som helhed.

Den bevægelige ladningsmasse inde i et metal giver metaller den karakteristiske sølvlignende/glinsende farve. Vi kunne endda sige at ladningsmassen er som en sølvvæske. Det ser i hvert fald sølvfarvet ud når det er i metaller. Når de bevægelige ladninger findes i andre materialer har de normalvis ikke denne sølvglans. “Sølvlignende ladningsmasse” gælder for metaller, men det er ikke nogen håndfast regel.

Bemærk at ladningsmassen er “u-ladet”; den er neutral. Det er uladet ladning! Er det overhovedet muligt? Ja. Generelt kan man sige at ladningen inde i et metal er neutraliseret ved at hver bevægelig elektron (negativ) har en korresponderende proton (positiv) i et atom i nærheden. Hver elektron er altid relativt tæt på en proton. De elektriske kraftfelter fra de to modsatte ladninger neutraliserer hinanden. Den totale ladning er nul fordi der er en ens mængde ladninger af modsat polaritet tilstede. For hver postiv er der en negativ. Det betyder dog ikke at ladningsmassen er væk. Selvom den gennemsnitlige mængde ladning i et metal er neutral kan vi stadigvæk få én polaritet til at bevæge sig imens den anden polaritet forbliver stille. Af denne grund er en elektrisk strøm en strøm af “u-ladet” ladning. Metal er lavet af negative elektroner og positive protoner; det er som en positiv svamp væddet i negativ væske. Den “negative væske” kan vi få til at bevæge sig.

**Elektrisk strøm**

Når et metals ladningsmasse tvinges til at strømme siger vi at der er skabt “en elektrisk strøm”. Ordet “strøm” betyder ganske enkelt “ladningsflow”. Normalvis måles de strømmende ladninger i ampere.

Jo hurtigere ladningsmassen bevæger sig desto flere ampere. Vær dog opmærksom på at ampere ikke kun er ladningsmassens hastighed. Jo MERE ladningsmasse der flyder, (for eksempel igennem en større ledning) desto flere ampere. Og et hurtigt flow igennem en smal ledning har derfor samme ampere som et langsomt ladningsflow gennem en større ledning. Fordobles ladningsmassens hastighed i en ledning bliver strømmen dobbelt så stor. Lav ledningen tyndere og ladningerne vil igennem denne ledningssektion strømme hurtigere. Men holder du hastigheden af ledningens ladninger konstant samtidig med at ledningsstørrelsen øges forøges amperene også.

Her er en måde at visualisere det på. Bøj en metalstang så den former en ring og svejs enderne sammen. Husk at alle metaller er fulde af “ladningsvæske”, så metalringen agerer som en vandfyldt rør-ring. Føres en magnets pol ind i ringen vil den magnetiske kraft få elektronmassen i hele ringen til at dreje som et hjul (som hvis ringen indeholdt et bevægeligt transportbånd). Ved at bevæge magneten ud og ind af metalringen pumper/skubber vi ringens bevægelige ladninger i bevægelse, og ladningerne bevæger sig rundt i cirklen. Det er i bund og grund på den måde elektriske generatorer fungerer.

Elektriske generatorer er magnetdrevne ladningspumper. Det skiftende magnetfelt skubber ledningens bevægelige sky/væske af ladninger, og skaber et ladningsflow i ampere, men dette kan kun ske når ringen er komplet/sluttet og der eksisterer et “lukket elektrisk kredsløb”. Bryd ringen og du skaber en blokade, da ladningerne ikke umiddelbart vil kunne ‘hoppe’ gennem luften det sted hvor ringen er brudt. Hvis vi forestiller os at ladningsmassen i metallet er et transportbånd så er hullet i ringen som en “bremse” som stopper transportbåndet et enkelt sted og dermed stopper hele transportbåndets bevægelse. En komplet metalring er som et “lukket elektrisk kredsløb” imens en brudt metalring er som et “åbent kredsløb”.

Et batteri er en anden form for ladningspumpe. Lav et mellemrum i vores metalring og installér et batteri der. Dette vil få batteriet til at pumpe ringens ladningsmasse rundt i en cirkel. Batterier og generatorer er ens på den måde at de begge kan pumpe ladning gennem sig selv og ud igen. Med et batteri installeret i vores metalring vil batteriet trække ladning ind i den ene ende og skubbe det ud af den anden, og dette vil få hele metalringens ladningsindhold til at bevæge sig. Lav endnu et mellemrum i metalringen og installer en el-pære. “Friktionen” i el-pærens snævre filament (/glødetråd) mod strømmen af ladningsmasse skaber høje temperaturer og ledningsfilamentet i el-pæren bliver ‘strålende varm’. Batteriet sætter ringen af ladning i bevægelse, ladningsmassen bevæger sig som et solidt gummi-transportbånd og el-pæren “gnider/gnubber sig” mod den strømmende ladningsmasse, og dette gør filamentet varmt.

Vigtig note: inde i ledninger strømmer ladningsmassen normalvis ekstremt langsomt; langsommere end flere centimeter per minut. Ampere er et ekstremt langsomt cirkulært flow. Se ELEKTRICITETS HASTIGHED for nærmere info [kommer senere].

**Watt**

Watt har samme forståelsesvanskeligheder som ampere. “Watt” er navnet for et elektrisk flow… men hvad er det som flower/strømmer? Energi! En “watt” er blot en smart måde at sige “kvantitet af elektrisk energi strømmende per sekund” på. Men hvad er en kvantitet af elektrisk energi? Det vender jeg tilbage til om lidt. Men først: al form for energi måles i joules. En joule af elektrisk energi kan bevæge sig fra sted til sted langs ledninger. Når man transporterer 1 joule elektrisk energi igennem en kanal hvert sekund er flowraten 1 joule/sek, og “1 joule per sekund” betyder “1 watt”. (Det vil måske være en hjælp hvis du sletter alle “watt” i din skolebog og i stedet for skriver “joule per sekund”.)

Hvad er effekt [på engelsk, ‘power’. *red.*]? Ordet “effekt” betyder “energiflow”. For at forstå disse ideer kan det være en fordel at undgå at bruge ordet “effekt” til at begynde med. Ordet “effekt” betyder “energiflow”, så du kan øve dig i at tænke på det som energiflow i stedet for effekt. Tænk også enhedsmæssigt i joule-per-sekund i stedet for watt, og efterhånden vil du opnå en god forståelse for ideerne bag dem. Og så, når du ved hvad du taler om, kan du begynde at udtrykke dig i korthed. Når du skal sige tingene kort, så sig ikke “energiflow”, sig “effekt”. Og sig “watt” i stedet for “joule per sekund”. Men hvis du starter med at bruge begreberne “effekt” og “watt” lærer du måske aldrig hvad disse ting i virkeligheden vil sige, fordi du aldrig har lært det med energiflow og joule.

**Strømmende elektrisk energi**

OK, så hvad er elektrisk energi? Det har et andet navn: elektromagnetisme. Elektrisk energi er det samme som radiobølger og lys. Det er lavet af magnetiske felter og elektrostatiske felter. 1 joule radiobølge er det samme som 1 joule elektrisk energi. Men hvad har det at gøre med at forstå elektriske kredsløb? Faktisk en hel del! Det beskriver jeg nærmere. Men først…

Hvordan er elektrisk strøm *forskelligt* fra energiflow? Lad os tage fat i vores kobber-ring igen; den med batteriet og elpæren. Batteriet sætter fart i ringens bevægelige ladning og får den til at flyde, imens elpæren forhindrer den i at få for meget fart på. Batteriet tilfører også joules af elektrisk energi til ringen, og elpæren tager dem ud igen. Joulesne/energien strømmer kontinuerligt imellem batteriet og elpæren. Joulesne strømmer nærmest øjeblikkeligt: næsten med lysets hastighed, og hvis vi strækker vores ring indtil den er tusinder af kilometer lang vil elpæren stadigvæk slukke øjeblikkeligt når batteriet fjernes. (Eller, faktisk ikke helt *øjeblikkeligt*. Der vil stadigvæk være nogle joules tilbage som kortvarigt ræser langs ledningerne, så elpæren forbliver tændt i et ganske kort øjeblik, indtil al energien kommer hen til elpæren) Fjern batteriet og elpæren stopper med at lyse NÆSTEN øjeblikkeligt.

**Ampere er ikke et energiflow**

Bemærk at i tilfældet med batteriet og elpæren strømmede joulesne *én vej (og ikke retur)* og ned ad *begge* ledninger. Batteriet skabte den elektriske energi og elpæren brugte det. Dette var ikke et cirkulært flow. Energien gik fra batteri til elpære og ingenting kom retur. På samme tid flød ladningsmassen langsomt og cirkulært i hele ringen.*Igennem dette ene kredsløb strømmede der to ting på samme tid*. Der har du i hovedtræk forskellen mellem ampere og watt. Coulombsne/ladningen flyder langsomt og i en cirkel, imens joulesne/energien strømmer lynhurtigt fra en “energi-kilde” til en “energi-forbruger”. Ladning er som et transportbånd af gummi og elektrisk energi er som ‘hestekræfter’ sendt imellem forskellige dele af båndet som ligger væk fra hinanden. Ampere er langsomme og cirkulære imens watt er hurtige og envejs (kommer ikke retur). Ampere er et flow af kobberladninger imens watt er et næsten-øjeblikkeligt flow af elektrisk energi skabt af et batteri eller en generator.

**Volt**

Der er en sammenhæng mellem ampere og watt. De er ikke helt seperate. For at forstå det må vi tilføje “elektrisk spænding” til billedet. Du har måske hørt at elektrisk spænding er som et elektrisk tryk. Noget der normalt ikke undervises i er at elektrisk spænding er en betydelig del af statisk elektricitet, så når vi beskæftiger os med elektrisk spænding har vi også med statisk elektricitet at gøre. Hvis jeg tager en håndfuld elektroner og hiver dem ud af en ledning vil ledningen have et overskud af protoner tilbage. Hvis jeg placerer elektronerne i en anden ledning, så har mine to ledninger modsat-ladet ubalance. De har en spænding imellem dem, og et statisk elektrisk felt fylder rummet imellem dem. Dette felt \*er\* elektrisk spænding. Elektrostatiske felter måles i volt per længde, og er der et elektrisk felt er der også elektrisk spænding. For at skabe spænding, tag ladning ud af én genstand og put den ind i en anden. Det gør du altid når du om gnubber dine sko mod gulvtæppet om vinteren. Batterier og generatorer gør det også hele tiden. Det er en del af deres “pumpe” funktion. Elektrisk spænding er et elektrostatisk koncept og et batteri er et “statisk elektrisk” instrument.

Kan du huske batteriet i kobberringen fra før? Batteriet opførte sig som en ladningspumpe. Det trak ladningsmasse ud af en side af ringen og skubbede den ind i den anden side. Det fik ikke kun cirklen af ladning til at bevæge sig, men skabte også en spændingsforskel imellem de to sider af ringen. Det fik også et elektrostatisk felt til at fremkomme i rummet som omgav ringen. Ladningerne inde i ringen begyndte at bevæge sig fordi de reagerede på den kraft som blev skabt af den spænding som omgav ringen. På denne måde er elektrisk spænding som et tryk. Ved at skubbe ladningerne fra en ledning til en anden, får den elektriske spænding de to ledninger til at blive henholdsvis positiv og negativ… og den positive og den negative ledning producerer en spænding. (Inden for hydraulik ville man bruge et tryk til at drive vand ind i et rør, og når vi drev vand ind i røret ville trykket i det rør stige.).

Så, batteriet “(op)ladede”, så at sige, de to halvdele af kobberringen. Elpæren forsynede en vej for dem til at blive afladt igen, og det skabte en ladningsstrøm igennem elpærens filament. Batteriet skubber ladninger igennem sig selv, og det skaber en tryk-ubalance i ringen, og tvinger ladningerne til at strømme igennem elpærens filament. Men hvor kommer energi ind i billedet? For at forstå det må vi også forstå elektrisk friktion eller “resistans”. Se også: Hvad er elektrisk spænding? [kommer snart]

**Ohm**

Forestil dig en vandtank som holder et tryk. Forbind en smal slange til den og åben ventilen. Man vil få et bestemt flow af vand fordi slangen er en bestemt størrelse og længde. Nu den interessante del: lav en slange som er dobbelt så lang, og så vil flowet af vand formindskes til præcis det halve. Gi’r det mening? Hvis vi forestiller os at slangen har “friktion”, så, ved at fordoble dens længde, fordobler vi dens friktion. (Friktionen fordobles altid, uanset om vandet flyder igennem slangen eller ej.) Lav slangen længere og vandet strømmer langsommere (færre liter per sekund), lav slangen kortere og den reducerede friktion lader vandet strømme hurtigere (flere liter per sekund). Forestil dig nu at vi forbinder en meget tynd ledning mellem de to ender på batteriet. Batteriet vil forsyne et pumpende tryk (dets “elektriske spænding”/volt), og det vil få ladningsmassen inde i den tynde ledning og ladningsmassen i batteriet til at bevæge sig. Ladningen strømmer i en komplet cirkel. Fordobler man længden på ledningen, fordobler man friktionen. Den ekstra friktion skærer ladningsstrømmen (amperene) over i to (der strømmer halvt så meget ladning, red.).*Friktionen er “Ohm”, det er elektrisk resistans.* For at ændre ladningsflowet i ledningscirklen kan vi ændre ledningens friktion, og det ved at ændre dens længde. Forbind en lang tynd ledning til et batteri og ladningsstrømmen vil være langsom (få ampere). Forbind en kortere ledning til batteriet og ladningen vil bevæge sig hurtigere (mange ampere). Men vi kan også ændre på flowet ved at ændre på trykket. Forbind endnu et batteri i serie med det der allerede er. Det giver den dobbelte trykforskel (volt) forsynet til enderne af ledningscirklen… som fordobler flowet. Vi har netop opdaget “Ohms lov”. Ohms lov siger ganske enkelt at ladningsflowets rate (amperene) er ligefrem proportional med trykforskellen (volt), og hvis trykket stiger gør flowet det også med samme proportionalitet. Den siger også at resistans har indvirkning på ladningsflowet. Hvis resistansen stiger imens trykforskellen forbliver den samme bliver strømmen/ladningsflowet MINDRE med en omvendt proportional mængde. Jo hårdere du skubber desto hurtigere strømmer ladningerne. Jo større resistans desto mindre strøm/flow (hvis skubbet forbliver det samme). Det er Ohms Lov.

Whew. NU kan vi vende tilbage til energiflow.

**Volt, ampere, ohm, energiflow**

Lad os gå tilbage til kobberringen med batteriet og elpæren. Forestil dig at batteriet tager ladningsmasse ud af den ene side af ringen og skubber det ind i den anden. Det får ladning til at bevæge sig rundt i hele cirklen, og med det samme sendes energi fra batteriet til elpæren. Der skal en bestemt elektrisk spænding til for at få ladningerne til at strømme med en bestemt rate, og elpæren giver “friktion” eller resistans til flowet. Alle disse ting er forbundet, men hvordan? (Prøv cykelhjulanalogien.) [kommer snart]

Her er den mest simple elektriske sammenhæng: JO HÅRDERE SKUBBET ER, DESTO HURTIGERE ER STRØMMEN. “Ohms lov” kan skrives sådan her:

VOLT/OHM = COULOMB/SEK               Jo hårdere der skubbes, desto hurtigere er strømmen af ladning.

Bemærk at coulomb per sekund er det samme som “ampere”. Der står at en stor elektrisk spænding får coulombs af ladning til at strømme hurtigere igennem en specifik ledning. Men normalt tænker vi på strøm i form af ampere, ikke i form af strømmende ladning. Her er en mere almindelig måde at skrive Ohms lov på:

VOLT/OHM = AMPERE               Elektrisk spænding over en modstand producerer en strøm.

Elektrisk spænding divideret med modstand er lig med strøm. Lav spændingen dobbelt så stor, så strømmer ladningerne hurtigere og strømmen bliver fordoblet. Lav spændingen mindre og strømmen bliver mindre.

Ohms lov har endnu et udtryk: JO MERE FRIKTION DER ER, DESTO LANGSOMMERE ER FLOWET. Hvis du bevarer spændingen på samme niveau (mao., hvis du bliver ved med at bruge det samme batteri til at forsyne din elpære), og hvis du fordobler modstanden, så strømmer ladningerne langsommere og der er kun halvt så meget strøm. Det er let at øge modstanden: bare forbind mere end en elpære i serie som en kæde. Jo flere elpærer, desto mere friktion, hvilket betyder at strømmen er mindre og at hver elpære lyser svagere. I cykelhjulsanalogien som nævnt ovenfor er en kæde af elpærer det samme som flere tommelfingre der gnubber mod det samme dæk som kører rundt. Jo flere tommelfingre, desto langsommere kører dækket/hjulet rundt.

Her er en tredje måde at betragte Ohms lov på: NÅR EN KONSTANT STRØM MØDER MODSTAND OPSTÅR DER ELEKTRISK SPÆNDING. Vi kan omskrive Ohms lov for at vise det:

AMPERE x OHM = VOLT               Et flow af ladning producerer en elektrisk spænding hvis det møder resistans/modstand.

Hvis modstanden forbliver den samme, så jo mere strøm der er desto flere volt får man. Eller, hvis strømmen tvinges til at forblive på et bestemt niveau og man øger friktionen, så vil der komme flere volt. Eftersom de fleste strømforsyninger leverer en konstant spænding, og ikke en konstant strøm, bruges ligningen ovenfor mindre ofte. Normalt kender vi allerede spændingen som forsynes til en forbruger og så vil vi gerne finde amperene. Ikke desto mindre betyder en lang forlængerledning et lavere niveau for den endelige spænding, og også transistorkredsløb indebærer konstante strømværdier med varierende spændinger, så ovenstående idé er stadigvæk ganske brugbar.

Men hvad med joules og watt? Når en bestemt mængde ladning skubbes igennem en elektrisk modstand mistes noget elektrisk energi fra kredsløbet og varme produceres. En bestemt mængde elektrisk energi strømmer ind i modstanden hvert sekund, og en bestemt mængde varmeenergi strømmer tilbage ud igen (og overføres for eksempel til den omgivende luft). Øger vi den elektriske spænding så vil der for den samme delmængde ladning som skubbes igennem være mere energi som strømmer ind i modstanden og bliver omsat til varme. Hvis vi øger delmængden af ladning, det samme: mere varme udstrømmer per sekund. Her er hvordan det skrives:

VOLT x COULOMB = JOULE               Der skal energi til at skubbe en mængde ladning mod en elektrisk spændings tryk. (mao. når ladning skal flyttes fra et lavere til et større potentiale, red.)

Ladning strømmer langsomt igennem modstanden og tilbage ud igen. For hver coulomb af ladning der trækkes langsomt gennem modstanden ræser en bestemt mængde joules af elektrisk energi ind i modstanden og bliver omsat til varme.

Den ovenstående ligning bruges ikke særlig ofte. I stedet for tænker vi som regel i form af ladningsflow og energiflow, ikke i form af delmængder af ladning eller delmængder af energi som bevæger sig. Det at tænke i form af delmængder af ladning og delmængder af energi gør ikke desto mindre koncepterne forståelige. Når du forstår “delmængde” koncepterne, når du ved at der skal energi til at skubbe hver delmængde af ladning mod en elektrisk spændings kraft, så kan du bagefter omskrive tingene i form af ampere og watt. Bagefter kan vi sige at der skal et FLOW af energi (i watt) til at skubbe et FLOW af ladning (i ampere) mod en elektrisk spænding. Først er det dog vigtigt at forstå det stof som flyder/strømmer/flower. Tænk på det som ladning i coulomb og energi i joule.\*\*

Ladningsflowet og energiflowet er normalt skrevet som ampere og watt. Det skjuler det faktum at der er tale om kvantiteter af “stof” som strømmer. Men når vi først forstår hvad der faktisk foregår inde i et elektrisk kredsløb, så er det lettere at skrive ladningsflow i ampere og energiflow i watt:

VOLT x COULOMB/SEK = JOULE/SEK               Der skal et flow af energi til at få ladning til at strømme fremad mod et tryk.

Glem ikke at “ampere” er en forkortelse for den mængde ladning inde i ledninger som strømmer per sekund. Og “watt” er en kort udgave af ‘strømmende energi’. Vi kan omskrive ligningen for at få den til at se mere simpel ud. Faktisk er den ikke mere simpel. Vi har blot skjult kompleksiteten af den ovenstående ligning. Det er en forkortelse. Men før man gør brug af forkortelser skal det fuldstændige billede forstås!

VOLT x AMPERE = WATT              For at skubbe en elektrisk strøm gennem en elektrisk spænding kræves energiflow eller “effekt”.

Vi kan også få ohm med ind i billedet. Blot kombinér denne ligning med ohms lov. Ladningsflow er skabt af volt som skubber mod ohm, så lad os udelade amperene i ovenstående ligning og erstatte dem med ohm. Dette former ligningen nedenfor. Bemærk: at øge den elektriske spænding vil øge det energiflow der er behov for, men det forøger også ladningsflowet… som også forøger energiflowet! Hvis den elektriske spænding fordobles, fordobles strømmen, og wattene fordobles ikke bare, i stedet for fordobles fordoblingen (wattene bliver fire gange større). Tredobles den elektriske spænding bliver wattene NI gange større. Skriv det sådan her:

VOLT x (VOLT/OHM) = WATT               Den elektriske spænding som forsynes over en modstand forbruger et konstant flow af elektrisk energi.

Så hvis du fordobler den elektriske spænding bliver energiflowet firedoblet, men hvis du halverer friktionen imens den elektriske spænding forbliver den samme, så bliver energiflowet dobbelt så stort, ikke fire gange så stort. (Amperene ændrer sig også, men de er skjult.)

Her er en sidste ligning. Det er næsten den samme som den ovenfor, men den elektriske spænding er skjult i stedet for amperene:

(AMPERE x OHM) x AMPERE = WATT               Når ladning strømmer mod ohm forbruges elektrisk energi.

Så energiflowet i watt vil firedobles hvis strømmen fordobles. Men hvis du på den ene eller den anden måde kan tvinge strømværdien til at forblive den samme, så når det elektriske kredsløbs friktion fordobles vil energiflowet kun fordobles (og den elektriske spænding vil ændre sig, men den del er skjult.)

Og endelig, her er et par ting som kan få dig galt på den. Tænk på strømmende effekt. Prøv at forestille dig det. Jeg håber du mislykkes! Husk… EFFEKT STRØMMER IKKE! Ordet “effekt” betyder “flow af energi”. Det er okay at forestille sig at usynlige delmængder af elektrisk energi strømmer i forbindelse med et elektrisk kredsløb. Det er forståeligt. Elektrisk energi er som et stof; det kan strømme, men “energiflow” kan ikke strømme. Effekt er blot strømmende energi, så “effekten” selv strømmer aldrig. Pas på, eftersom mange folk (og selv grundbøger) taler om “strømmende effekt”. De er forkert på den. De burde tale om strømme/flows af elektrisk energi. “Flow af effekt” er et forkert (og fundamentalt set åndssvagt) koncept.

Faktisk er det de samme bøger og folk der taler om “flow af effekt” som taler om “flow af strøm”. De vil forsøge at overbevise dig om at “strøm” er et stof som kan strømme gennem ledninger. Ignorer dem, det de siger er forkert. Elektrisk ladning er som et stof som er inde i alle ledninger, men strøm er anderledes. Når det pumpes af et batteri eller en generator er det ledningernes egen indbyggede ladnings-stof som begynder at strømme. Vi kalder dette flow for “en elektrisk strøm”. Men der findes ikke noget STOF som er “strøm”. Strøm kan ikke strømme. (Spørg dig selv hvad der strømmer i floder, strøm… eller vand? Kan du gå ned til åen og hente en spand “strøm?”) Hvis du vil have et stort chok kan du læse en grundbog eller et elektronik-magasin og se hvor mange gange udtrykket “flow af strøm” dukker op. Ligesom udtrykket “flow af effekt” er det ikke kun forkert, det er ÅNDSSVAGT. Forfattere forsøger at lærer os om ladningsflow, men i stedet for kommer de til at overbevise os om at “strøm” er en slags stof! Det er meget mærkeligt. Og det er lidt skræmmende fordi det er så udbredt. Det er meget sjældent at finde en bog som undgår udtrykket “flow af strøm” og som forklarer ladningsflow. De fleste bøger taler i stedet for om det her mærkelige flow af “strøm”. Det er ikke så underligt at studerende har vanskeligt ved at forstå elektricitet. De tror i bund og grund at vandrør er fuldstændig forskellige fra elektriske kredsløb fordi man kan fylde et glas med vand, men hvem i al verden kan forestille sig at fylde en beholder med “strøm”?