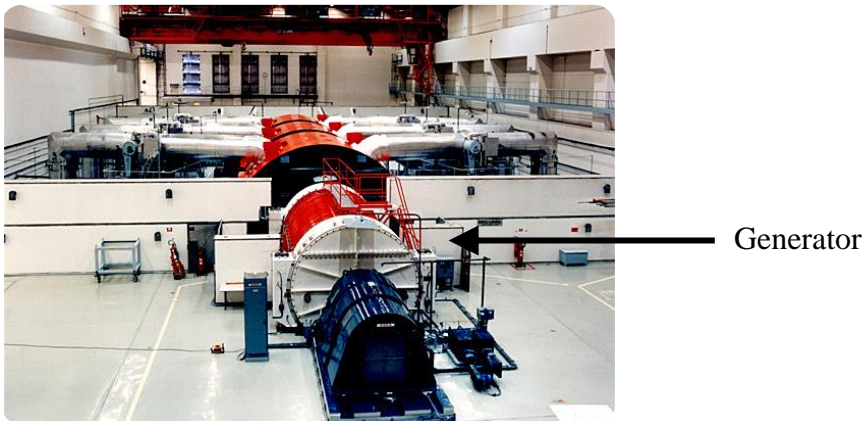


3-FAS

Det allmänna distributionsnätet har 3 faser med direktjordad nollpunkt (TN-system). Från energileverantör till abonnent transformeras spänningen successivt ned för att hos abonnent (normalkund) anta den nominella spänningen 400V.

Hos de stora energileverantörerna är spänningen 400kV, som i exemplet (bilden) nedan, från Ringhals. Spänningen från generatoren är ca 20kV men denna spänning transformeras upp till 400 kV innan den släpps ut på stamnätet.

Spänningen som anges ovan är spänningen mätt mellan 2 faser. Den kallas för *systemspänning*.



Systemspänning

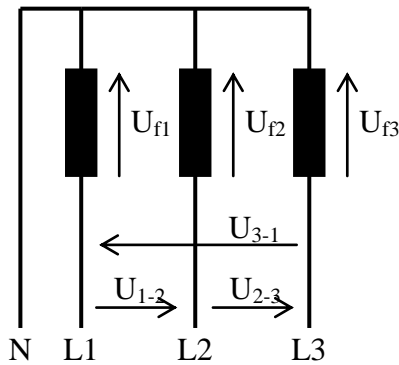
Spänningen ska hålla frekvensen 50Hz. Detta reglerar man genom att reglera generatorns varvtal. I vanliga generatorer blir varvtalet då 3000 r/m. För att kunna hålla en jämn spänning ut från generatoren reglerar man magnetiseringseffekten på rotorn. Eftersom rotorn är den del som roterar i 3000 r/m måste man använda s k kommutator och borst där strömmen kan ledas.

Kommutator och borst



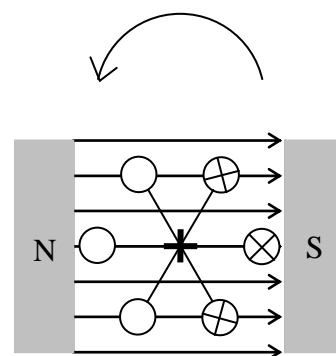
I generatorns statorlindningar (sitter fast monterade i chassit). Induceras spänningen som leds ut på stamnätet. Genom att dessa lindningar (3 st) är anordnade så att de är förskjutna 120° ($360/3=120$) kommer färförskjutningen vara jämn (120°) mellan de 3 faserna, L_1 , L_2 och L_3 .

De 3 statorlindningarna kan man rita så här. Varje ända på de 3 lindningarna kan kopplas på olika sätt, här är de kopplade till en nollpunkt (Y-koppling).

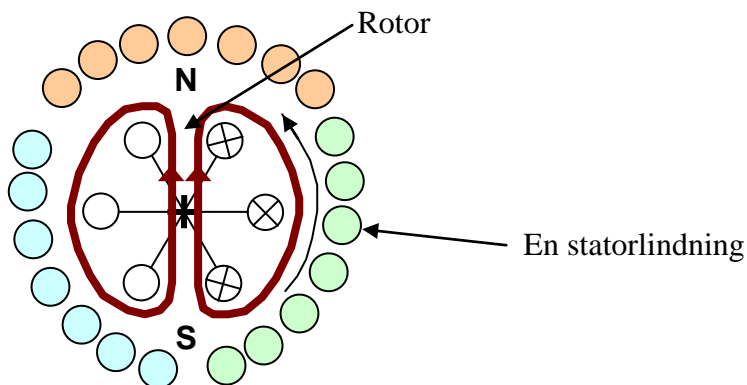


Generator (Y-kopplad)

När rotorn roterar (som statorlindningarna omgärdar) kommer dess magnetfält att orsaka induktion i statorlindningarna. En spänning kommer att induceras där. Spänningens storlek är beroende på hur stor magnetiseringseffekt som rotorn tillförs samt ev. belastning på nätet (som statorlindningarna är anslutna till).



Teori



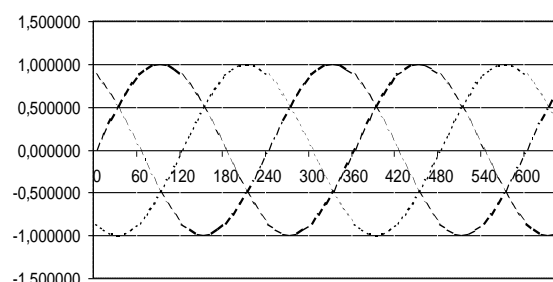
Principfunktion

När rotorn roterar med sitt magnetfält induceras de 3 spänningarna i statorn enligt vågdiagrammet nedan

De 3 spänningarna utgör de 3 faserna. De kallas för L1, L2 och L3

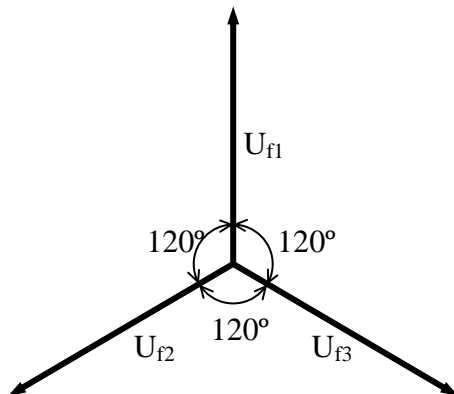
Som man kan se är de förskjutna 120°

Vågdiagram 3-fas



Huvudspänning och fasspänning

De 3 fasernas spänning kan ritas ut i ett visardiagram.

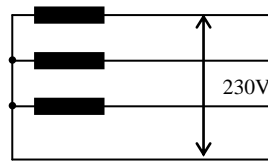


Fasspänningarna

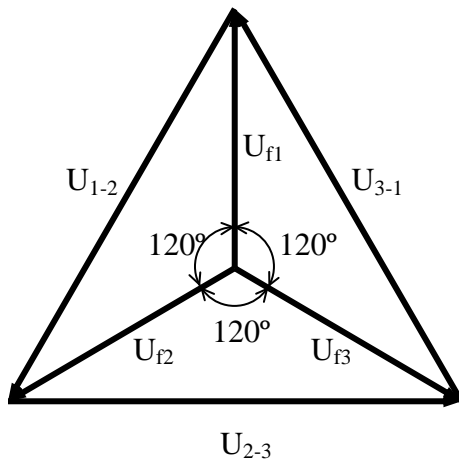
Varje lindning ger en nivå på spänningen. Lindningarna är så dimensionerade och konstruerade att spänningen i de 3 faserna är lika stora.

Vi kan rita in de 3 spänningarna i visardiagrammet med 120° förskjutning.

Den spänning som vi visar kan mätas mellan en fas (L1, L2 eller L3) och nollpunkten.



Huvudspänningen (även kallad *systemspänningen*) kan mätas mellan 2 faser. I visardiagrammet representeras de av potentialen mellan de olika fasspänningarnas ändpunkter.



Fas- och huvud spänningarna

De 3 huvudspänningarna kallar vi för U_{1-2} , U_{3-1} resp. U_{2-3}

Huvudspänningen är

$$U_h = \sqrt{3} \times U_f$$

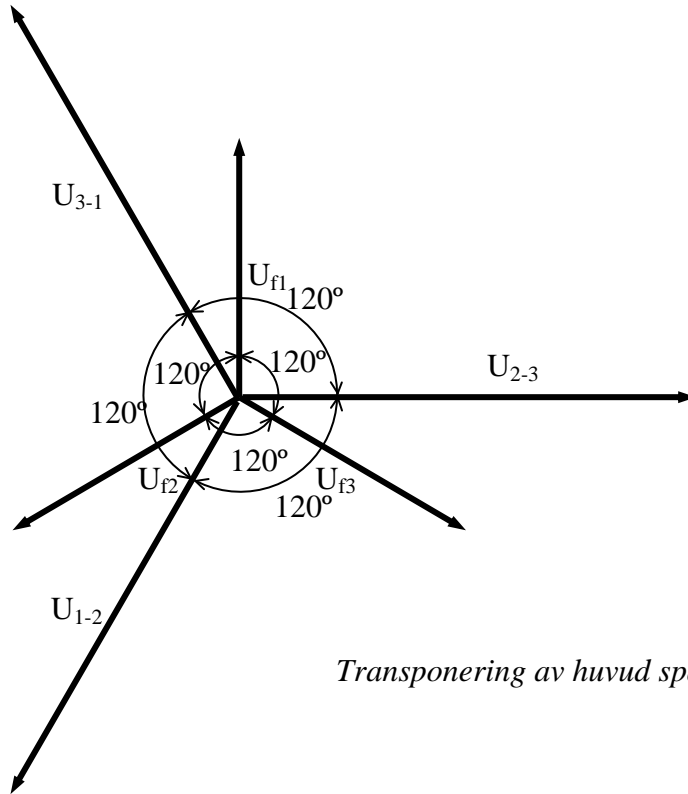
Vi kan då teckna formlerna för huvud- resp. fasspänningen.

Fasspänning:
$$U_f = U_h / \sqrt{3}$$

Huvudspänning:
$$U_h = \sqrt{3} \times U_f$$

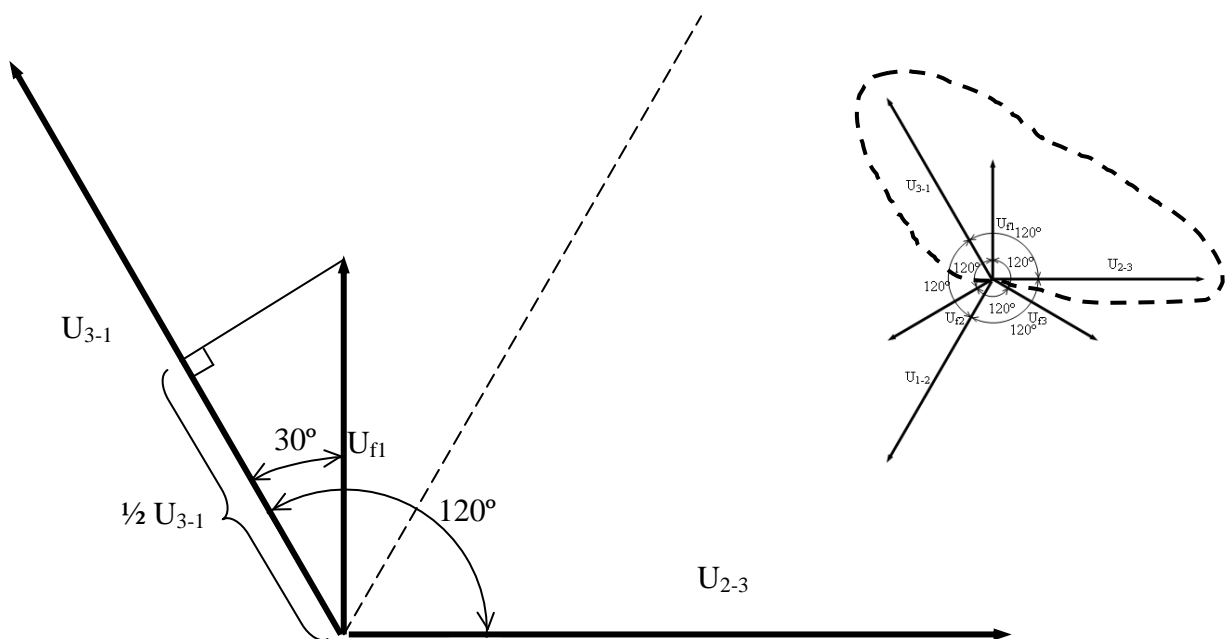
Huvud- och fasspänningarna i samma visardiagram.

Om man parallellförflyttar de 3 huvudspänningarna så dess startpunkt hamnar i origo kommer visardiagrammet att se ut på följande vis.



Transponering av huvud spänningarna

Med hjälp av detta ska vi bevisa förhållandet mellan fas- resp. huvudspänning. Om vi studerar en del av visardiagrammet (den streckade inramningen) kan det även representera de 2 andra huvudspänningarna.



Antag att fasspänningen U_f är 230V (den nominella fasspänningen för lågspänningssystem).

$$\frac{1}{2}U_{3-1} = \cos 30 \times 230 \Rightarrow \frac{1}{2}U_{3-1} = 199,2V$$

199,2V utgör halva U_{3-1}

Hela U_{3-1} är då $2 \times 199,2 \approx 400V$

Förhållandet mellan
-fasspänning
och
-huvudspänning

Huvudspänningen är $230 \times \cos 30 \times 2$

Not. $\cos 30 \times 2 = \sqrt{3}$
 $\frac{400}{230} \approx \sqrt{3}$

Alltså kan man skriva $U_{3-1} = U_f \times \sqrt{3}$ och

$$U_f = \frac{U_{3-1}}{\sqrt{3}}$$

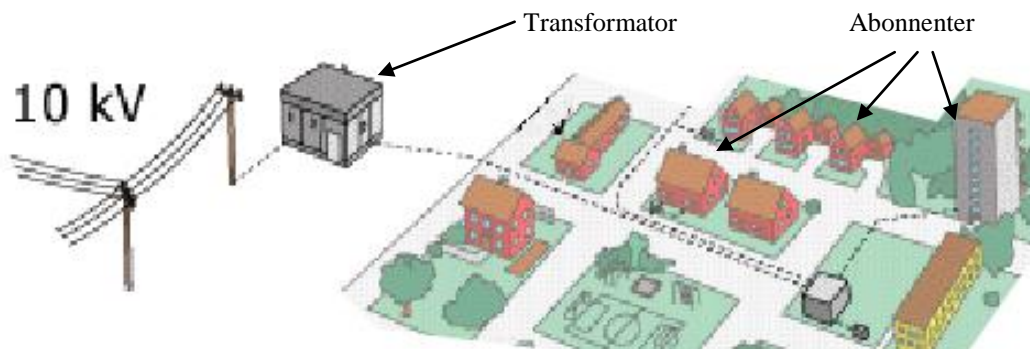
De allmänna formlerna är $U_h = U_f \times \sqrt{3}$

$$U_f = \frac{U_h}{\sqrt{3}}$$

3-fassystemet allmänt

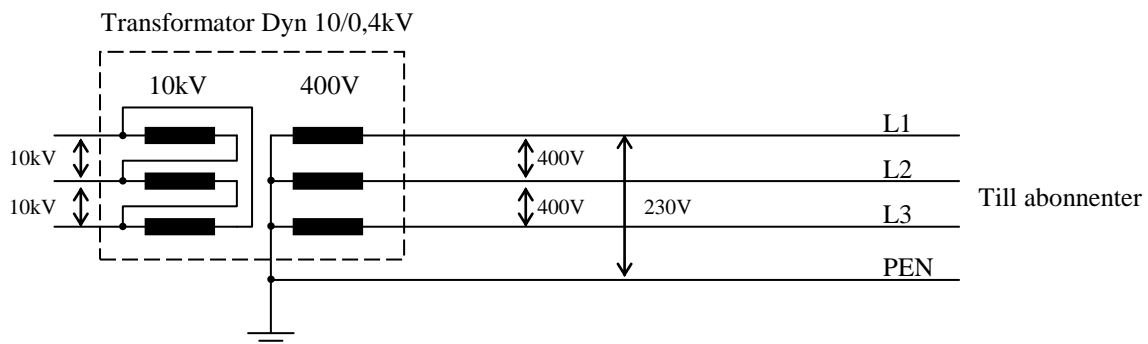
3-fassystemet är det mest använda distributionssystemet i världen idag. Orsaken är att neutralledaren (nolledaren) normalt kan reduceras bort. För att detta ska vara möjligt måste den totala lasten som ansluts till systemet vara symmetrisk. Med symmetriskt menas att alla de tre faserna är belastade lika mycket. Det är allas ansvar, som arbetar med elektriska installationer, att tillse att man fördelar effekten som jämt som möjligt på de tre faserna. Exempel. Vid en installation av villa ansluts de olika grupperna jämt fördelat på de tre faserna. När det är fråga om trefaslaster som t ex. elpanna ansluts de tre faserna till L1, L2 och L3. När det är fråga om enfaslaster som belysning, vägguttag etc fördelas de på de tre faserna L1, L2 och L3 så att de belastas så jämt som möjligt. Exakt jämvikt för de tre faserna går aldrig att få men hyfsade värden erhålls lätt. För att kontrollera belastningen på de tre faserna kan man mäta strömmen (t ex. med en tångamperemeter) under normal drift. Skulle de vara obalans, kan man flytta över någon gruppledning till en annan fas för att få en jämn belastning på de tre faserna. En annan fördel och vinst en abonnent gör på detta är, att huvudsäkringarna dimensioneras efter högsta strömmen i de tre faserna. Då är det av intresse (för abonnenten) att dessa säkringar väljs så små som möjligt eftersom man får betala en tariff för säkringsstorlek vilken är högre med större säkringar.

Om vi studerar på en elanläggning (t ex. en villa eller en industri) kan det se ut på följande vis.



Ett distributionsnät matar en distributionstransformator som i sin tur matar abonnenterna. Så här ser det principiella elektriska schema ut för anläggningen.

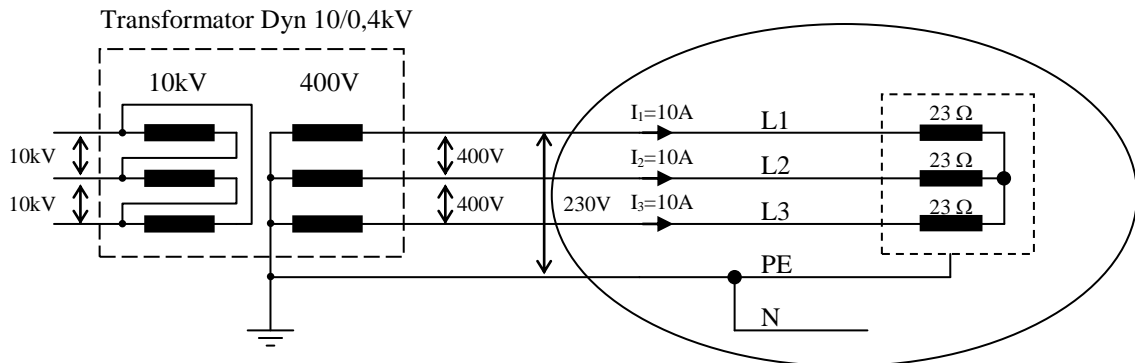
Exempel



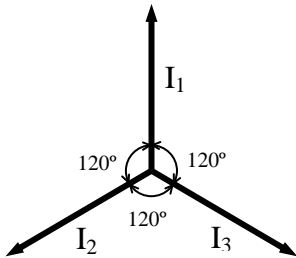
Schemat är förenklat, säkringar och lastfrånsljare är inte inritade.

Symetrisk trefasbelastning

En symetrisk 3-faslast är så konstruerad att varje fas belastas lika mycket (samma ström i varje fas). Så kan det t ex se ut för ett värmeelement (elpatron i en varmvattenberedare).



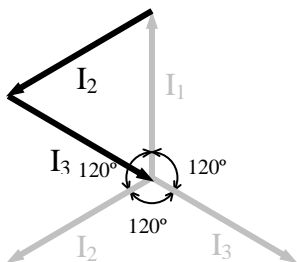
Råder det alltså balans i de tre faserna kallas belastningen för symetrisk trefaslast. Ett enkelt sätt att visa detta på, är ett visardiagram.



De 3 strömmarna I_1 , I_2 och I_3 sätts ut från en punkt (origo) med en förskjutning på 120°

Eftersom de 3 strömmarna är lika stora ska pilarnas längd vara lika långa.

Delströmmarna i en symetrisk last

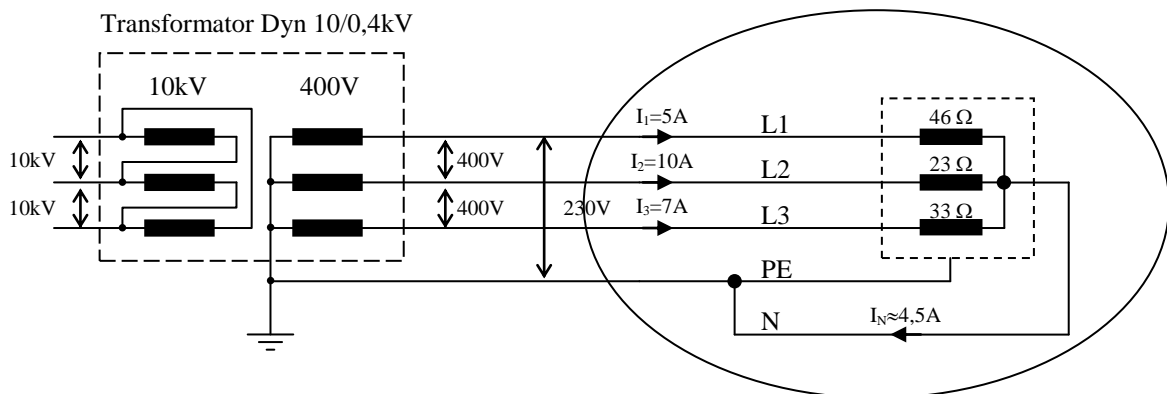


Genom att parallellförflytta de 2 delströmmarna I_2 och I_3 till ändpunkten på I_1 kan man grafiskt ta reda på strömmen i nollpunkten.

Som vi kan se kommer pilen för delström I_3 att tangera origo. Det är från denna punkt mätt till origo som representerar strömmen i nollpunkten. I detta fallet finns ingen ström i nollpunkten och därmed behövs ingen neutralledare (nolledare/nolla).

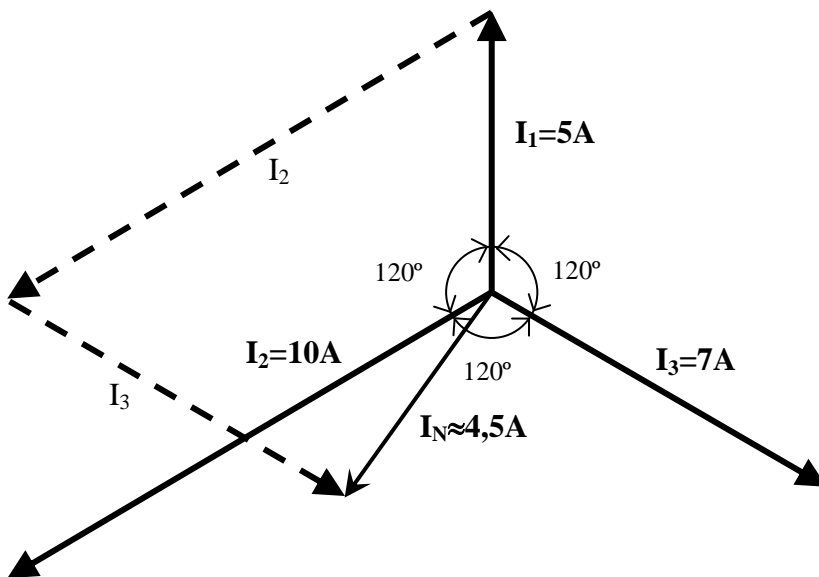
Osymetrisk trefasbelastning

En osymetrisk 3-faslast resulterar i att strömmen i de 3 faserna blir olika stor eller åtminstone en av de 3 faserna. Exempel på en sådan belastning är t ex en spis eller en industrimaskin med flera olika ingående elkomponenter (1-fas och 3-fas). När så är fallet krävs att belastningen förses med en neutralledare (nolledare/nolla). Om en sådan belastning inte förses med neutralledare kommer en potential att uppstå i belastningens nollpunkt vilket kan få oönskade konsekvenser.



Om vi antar att en osymetrisk last har följande värden (se figur ovan) kommer strömmen i neutralledaren att bli ca. 4,5A.

Vi ska visa detta genom ett vektordiagram.



När det är fråga om en osymetrisk belastning måste alltid neutralledaren dras fram och anslutas. Belastningar som är 2-fasiga är också osymetrisk last.

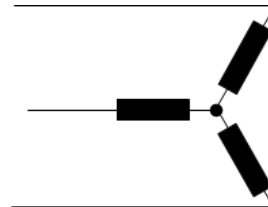
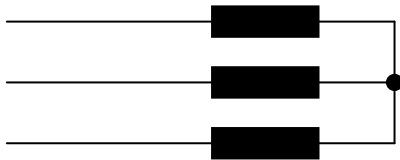
Det finns naturligtvis fall när neutralledaren dras fram till belastningen trots att den inte är osymetrisk. Detta gäller för 1-faslaster som t ex vägguttag och belysning för 230V (fasspänning). I dessa fall utnyttjas neutralledaren som återledare och för att få spänningen 230V.

Y- och D-koppling

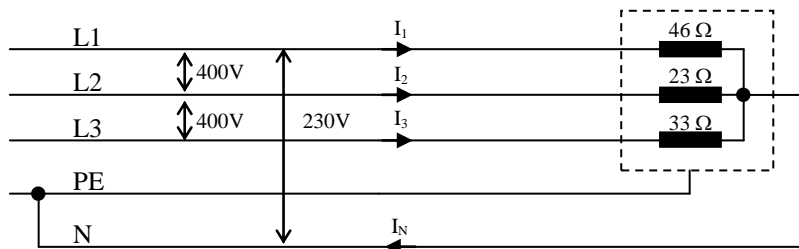
De 2 vanligaste kopplingsätten för en 3-fasbelastning eller generator är Y- resp. D-koppling. Namnen kommer av dess utseende. Det förekommer även andra namn som stjärnkoppling (för Y-koppling) och deltakoppling / triangelkoppling (för D-koppling).

Y-koppling

En Y-koppling kopplas så att de 3 faserna ansluts till varsin belastningsdel. Varje ända på de 3 belastningsdelarna kopplas ihop till en nollpunkt.



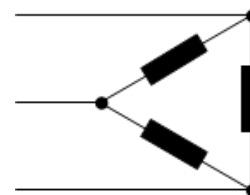
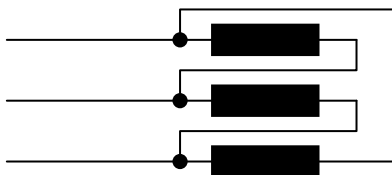
Olika sätt att rita en Y-koppling.



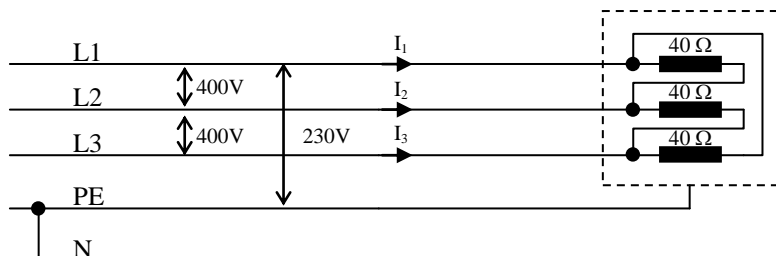
En neutralledare kan anslutas till en Y-koppling. Både symmetriska och osymmetriska laster kan Y-kopplas.

D-koppling

En D-koppling kopplas så att de 3 faserna ansluts till varsin ända på de 3 belastningsdelarna. Varje belastningsdel ska förses med 2 olika faser.



Olika sätt att rita en D-koppling.



En D-koppling förutsätter att belastningen är symmetrisk. Någon neutralledare kan inte anslutas till en belastning som är D-kopplad. Endast symmetriska laster kan D-kopplas.