

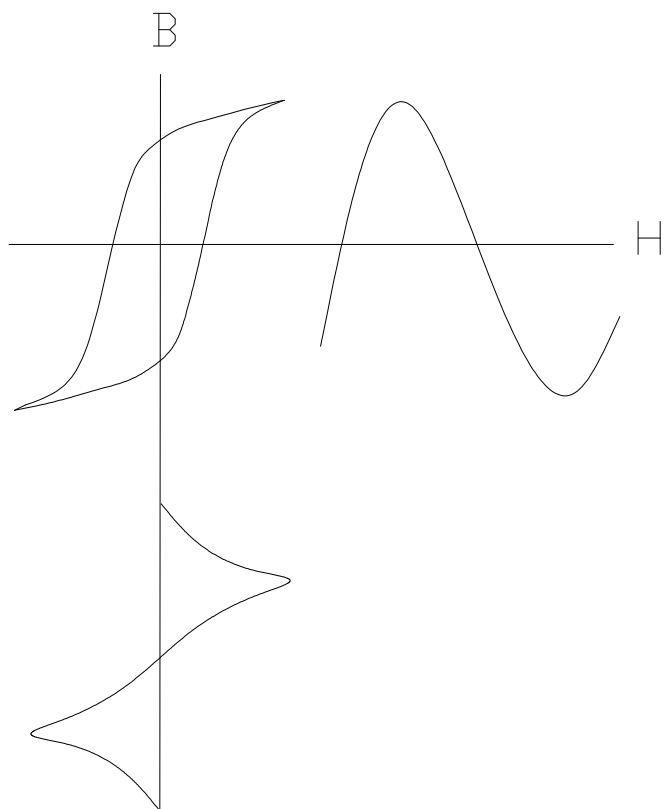
به نام خدا

## ترانسفورماتورهای سه فاز

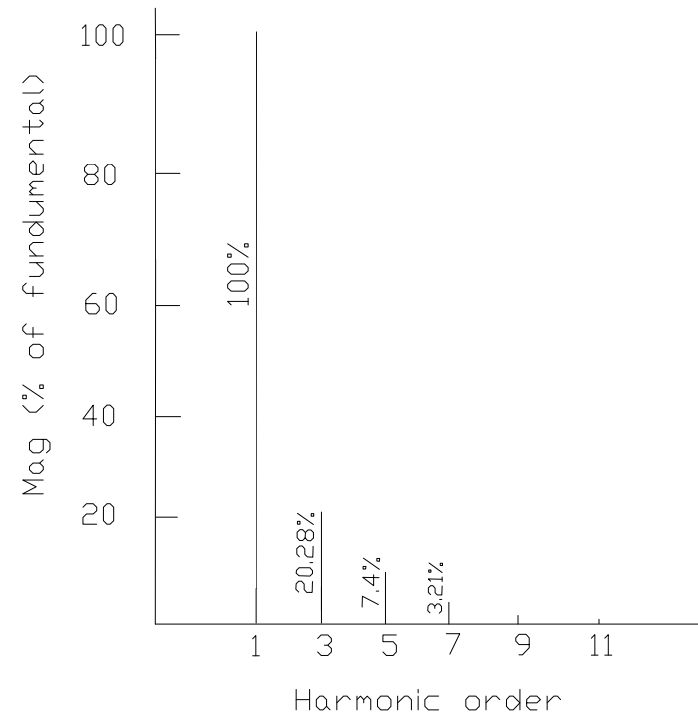
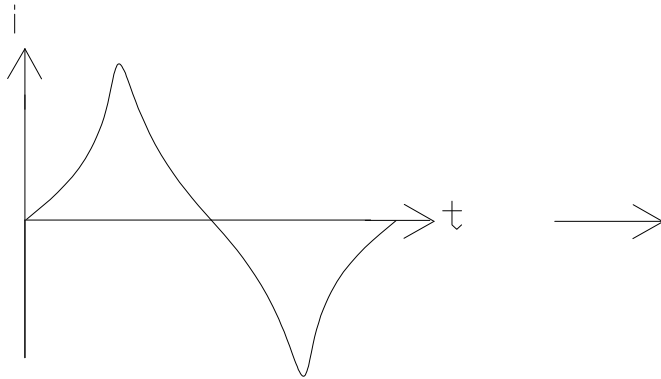
- اعوجاج در ترانسفورماتورهای سه فاز
- بررسی بارگیری نامتعادل برای انواع اتصالات سه فاز
- گروه برداری و استاندارد گروه بندی در ترانسفورماتورهای سه فاز
- تعیین دسته اتصالی

## اعوجاج در ترانسفورماتورهای سه فاز

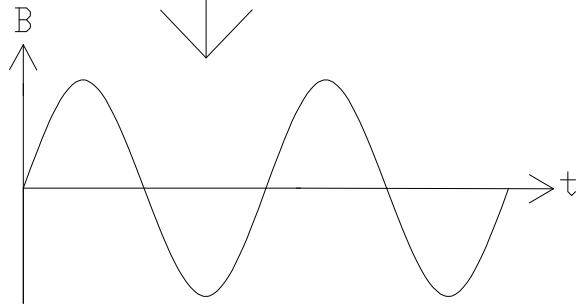
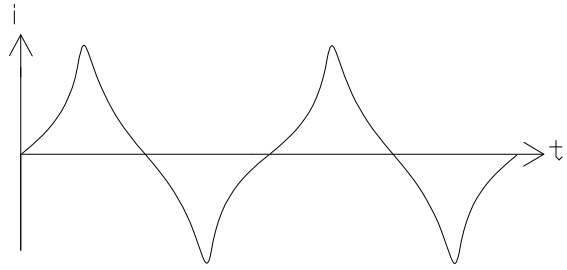
- عامل ایجاد هارمونیکها در ترانسها مشخصه مغناطیسی غیرخطی هسته می باشد.



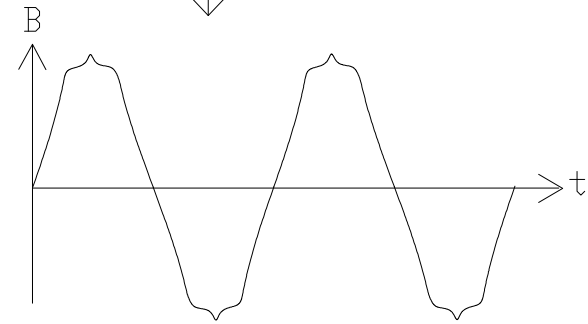
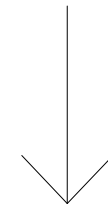
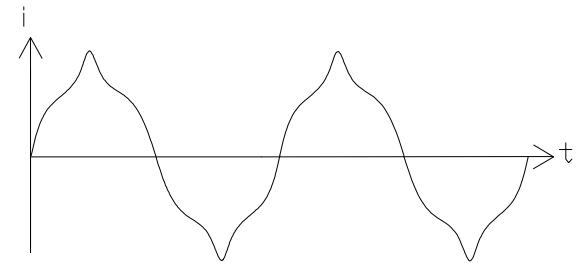
این شکل موج شامل هارمونیک های مرتبه اول-سوم-پنجم و سایر مولفه های فرد است که تنها مولفه های اول و سوم از لحاظ دامنه قابل توجه است



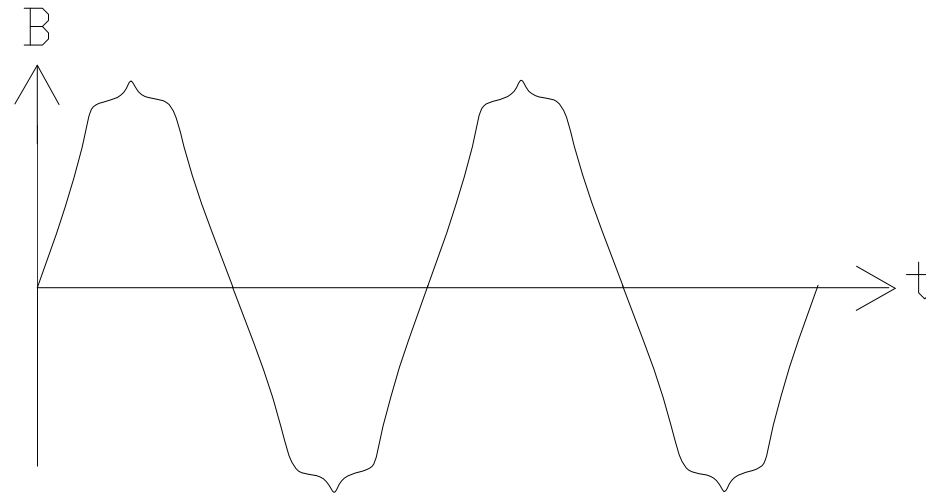
# حذف هارمونیک سوم



Third Harmonic  
Filtering



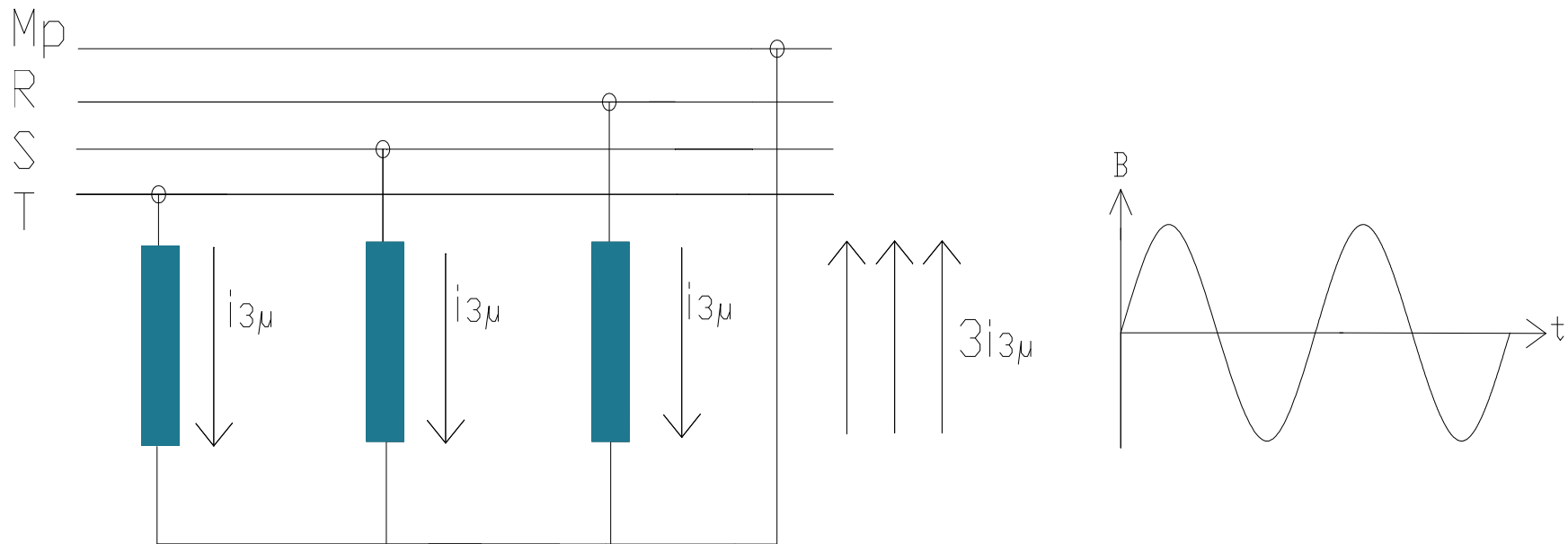
## القای ولتاژ هارمونیک سوم



- $\Phi_1 = \Phi_{m1} \sin(\omega t) \rightarrow E_1 = n\Phi_{m1} \omega \cos(\omega t)$
- $\Phi_3 = \Phi_{m3} \sin(3\omega t) \rightarrow E_1 = 3n\Phi_{m1} \omega \cos(3\omega t)$

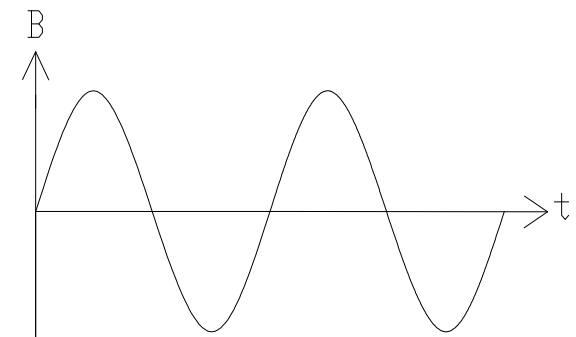
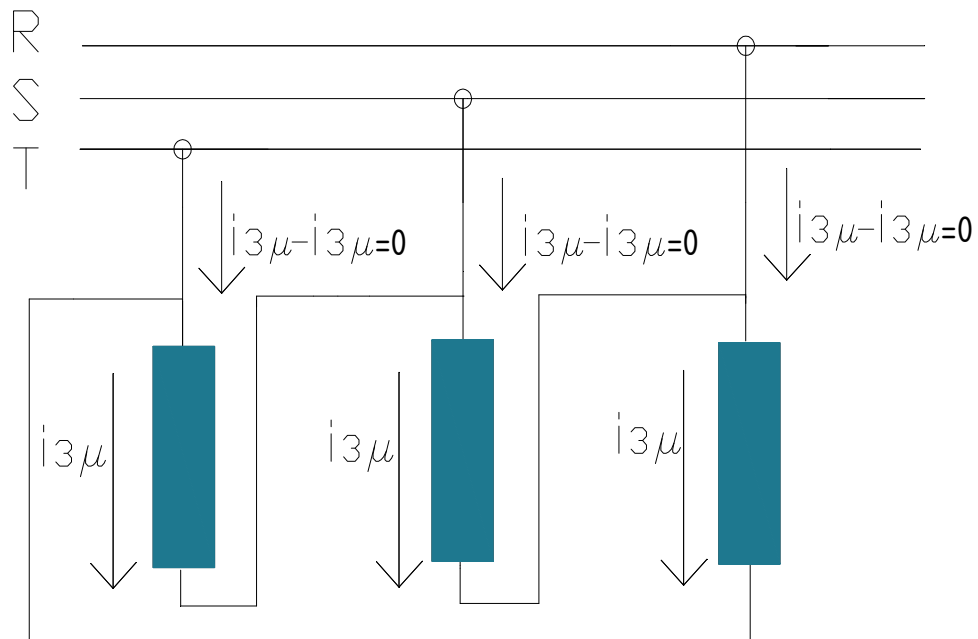
## اتصال اولیه ستاره با سیم صفر

- در اتصال ستاره با سیم صفر امکان جاری شدن تمام هارمونیک ها از جمله هارمونیک سوم وجود دارد. در نتیجه در این آرایش شار ولتاژ هر دو سینوسی هستند.



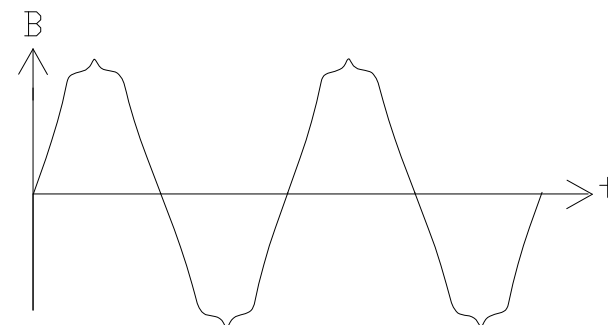
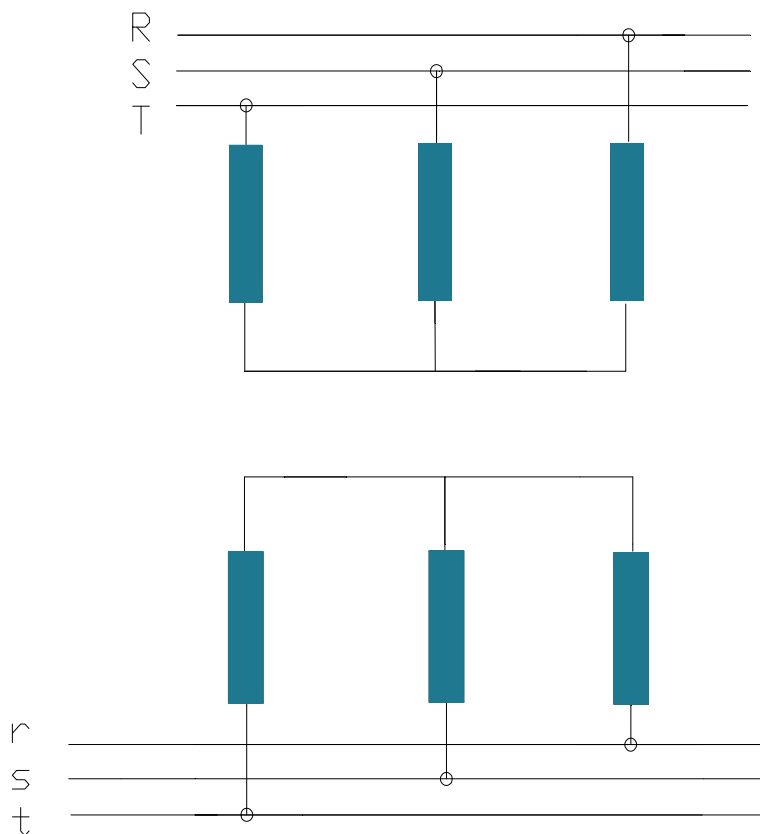
## اتصال اولیه مثلث

- در اتصال با اولیه مثلث تمامی هارمونیک ها جریان پیدا می کنند. از اینرو اصولا شار از یک ریتم سینوسی تبعیت می کند.



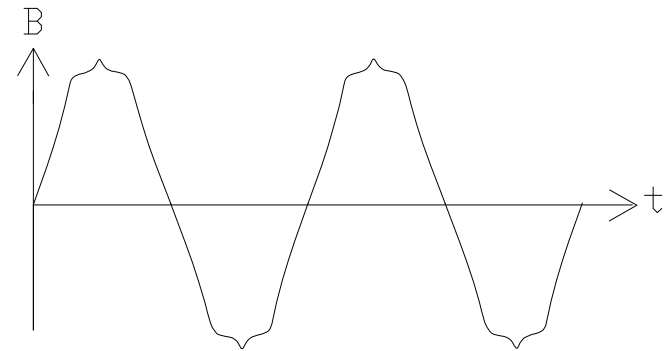
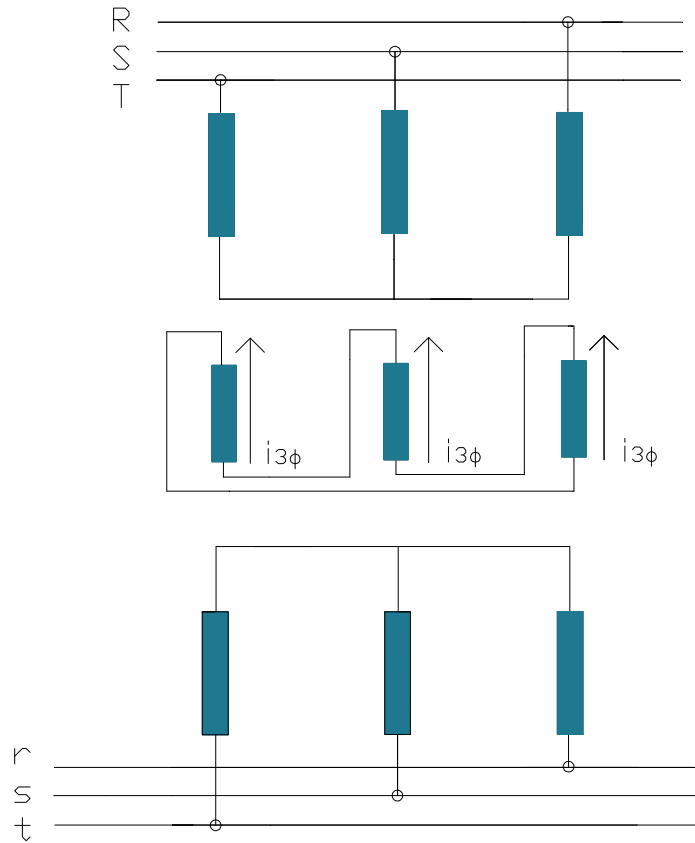
## اتصال ستاره-ستاره بدون سیم صفر اولیه

- اگر مرکز ستاره اولیه نسبت به زمین ایزوله باشد، هارمونیک سوم جریان فیلتر شده شارمغناطیسی و ولتاژ القاشده در هر سیم پیچ هارمونیک سوم را به خود می بیند .



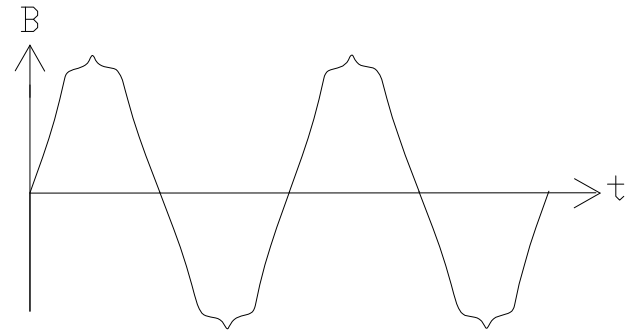
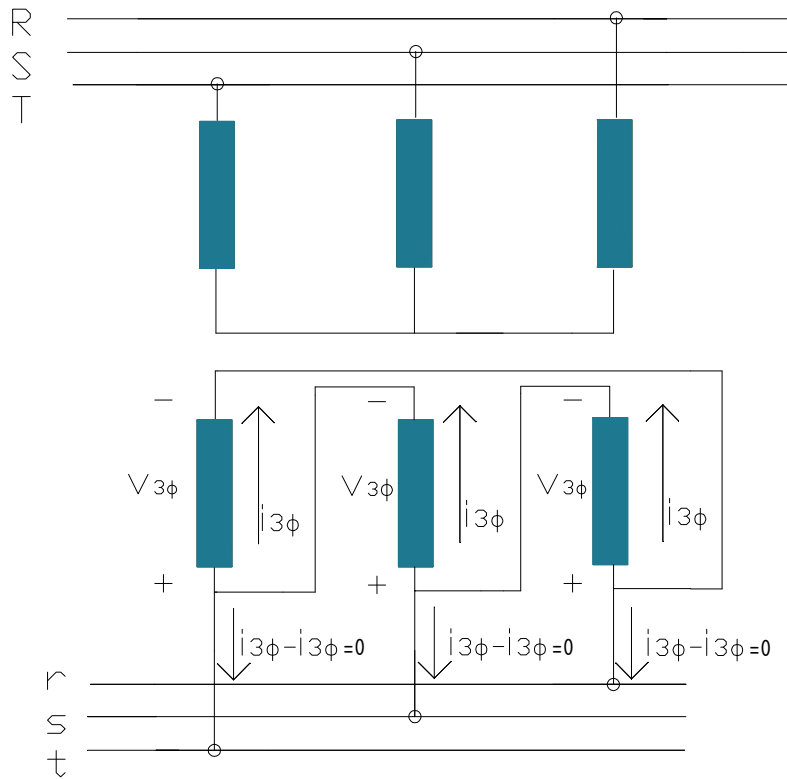
## اتصال ستاره-ستاره با سیم پیچ مستهلک کننده

- برای از بین بردن اثر هارمونیک سوم می توان از سیم پیچ مستهلک کننده استفاده کرد. بطوریکه شارناشی از هارمونیک سوم توسط این سیم پیچ تزویج شده و تبدیل به یک جریان گردش می شود.



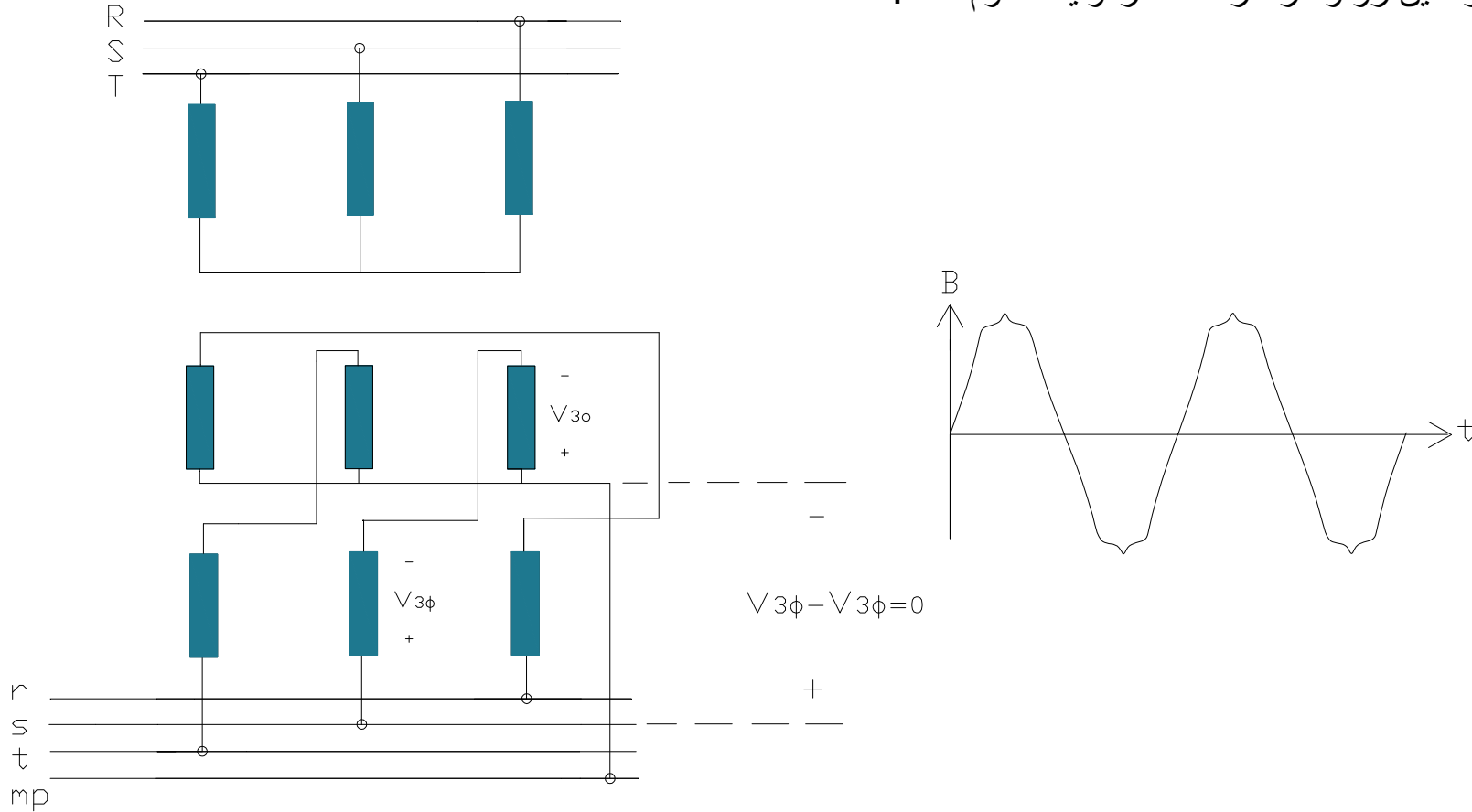
# اتصال ستاره مثلث

- در اتصال ستاره مثلث حلقه مثلث موجب یک جریان گردش شده و منتهج جريان در سمت خط صفر می گردد. اما به خاطر وجود دائمی این جريان باید مراقب بود که موجب اختلال در کار ترانس نگردد. همچنین ولتاژ سمت ثانویه هارمونیک سوم را حذف نمیکند.



# اتصال ستاره-زیگزاگ

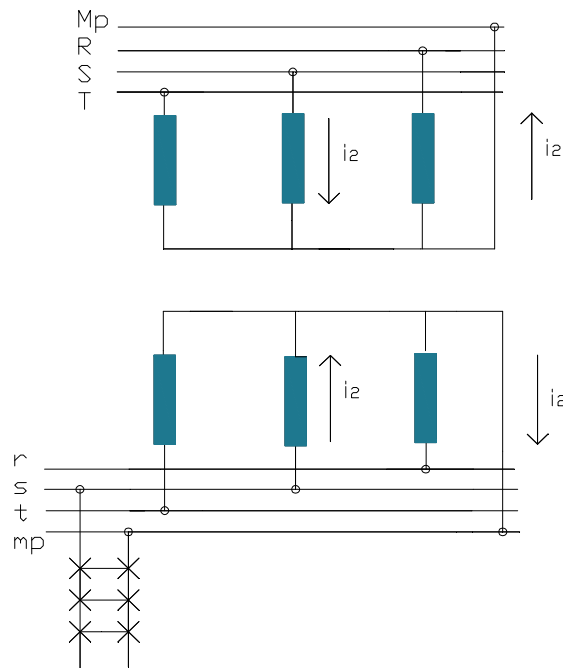
- در اتصال ستاره-زیگزاگ در سیم پیچ ثانویه ولتاژ هر فاز تفاضل برداری دو ولتاژ القایی در سمت ثانویه است از همین رو ولتاژ فاز فاقد هارمونیک سوم است.



## بارگیری از مرکز ستاره ترانسفورماتور:

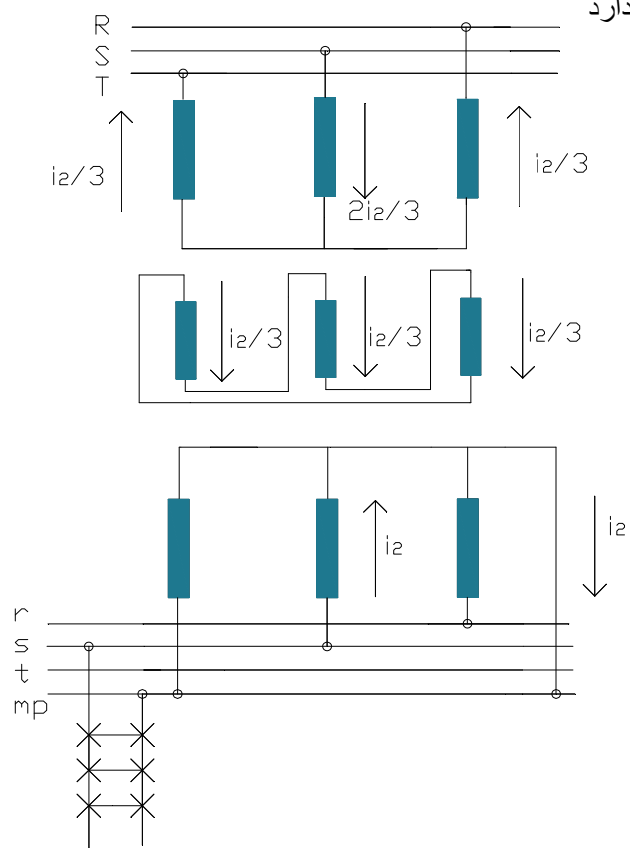
بارگیری از مرکز ستاره ترانسفورماتور موقعی پیش می آید که مصرف کننده بین یک فاز و سیم صفر ترانسفورماتور قرار گیرد

- اتصال ستاره ستاره با سیم صفر اولیه
- در صورتیکه شبکه سه فاز در اولیه نیز دارای سیم صفر باشد در این صورت بارگیری در طرف ثانویه از فاز و سیم صفر هیچ اشکالی ایجاد نمی کند.
- در این حالت هر دو طرف ترانسفورماتور به صورت یکفاز بارگرفته و ترانسفورماتور سه فاز در این حالت مانند ترانسفورماتور یکفاز رفتار می کند و تعادل مغناطیسی در هسته ترانسفورماتور بطور کامل برقرار می ماند



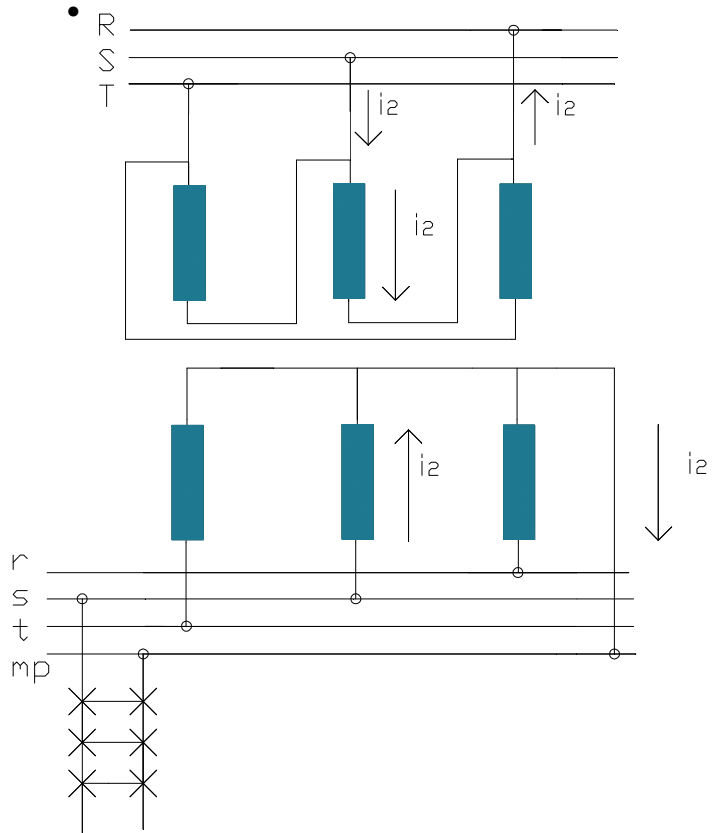
# اتصال ستاره ستاره با سیم پیچی مثلث بسته

- همانطور که در شکل مشاهده می شود فلوهای اضافه توسط سیم پیچ مستهلک کننده توزیع شده و آمپر دور اضافی پیچ ستاره ستاره را خنثی کرده و ترانسفورماتور را از لحاظ مغناطیسی بحال تعادل نگه می دارد



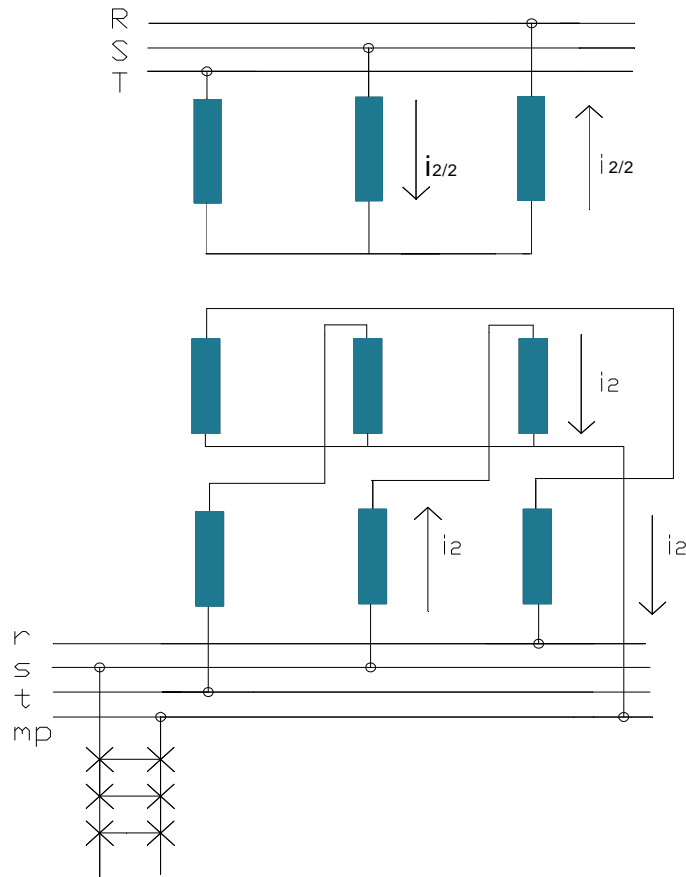
# اتصال مثلث ستاره

- در صورتیکه سیم پیچی اولیه ترانسفورماتور بصورت مثلث و سیم پیچی ثانویه آن بصورت ستاره بسته شده باشد و از طرف ثانویه از یک فاز و صفر آن جریان کشیده شود معادل جریان یکفاز ثانویه جریانی در همان فاز از سیم پیچی اولیه کشیده می شود بطوریکه آمپردورهای ایجاد شده اثر همدیگر را خنثی کرده و حالت تعادل در مدار مغناطیسی بوجود می آید.
- بدین جهت می توان از سیم صفر ترانسفورماتور تا حد جریان نامی آن بار کشید.



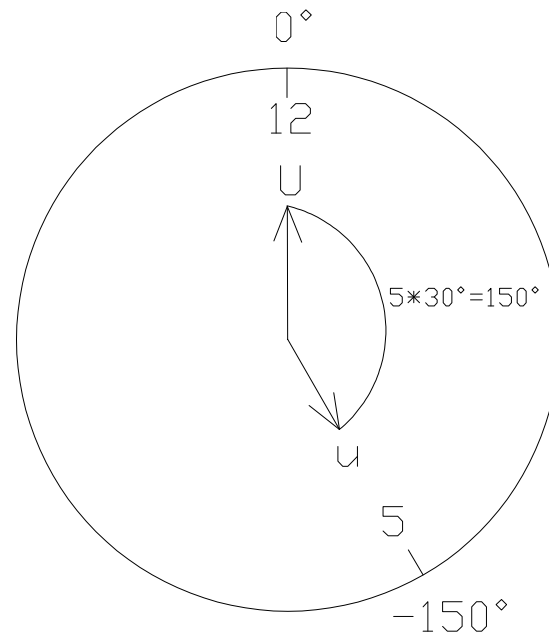
# اتصال ستاره زیگزاگ

- ارزش اینگونه اتصال درموقع بارگیری از سیم صفر و یکفاز مشخص می شود. چنانچه در شکل دیده می شود بار یک فاز ثانویه روی دوستون ترانسفورماتور تقسیم و باعث می شود که سیم پیچی اولیه نیز از دو فاز بار بگیرد. بطوریکه شار مغناطیسی دوستون توسط آمپردورهای اولیه و ثانویه خنثی می شود لذا این ترانسفورماتور نیز صددرصد قابل بارگیری از سیم صفر است



## گروه برداری ترانسفورماتورهای سه فاز

- در صورتیکه فاز وولتاژ سمت فشار قوی را با عقربه دقیقه شمار نشان دهیم و بر ساعت 12 منطبق کنیم عقربه ساعت شمار نشاندهنده فاز و ولتاژ فشار ضعیف می باشد و هر 5 دقیقه برابر 30- درجه می باشد بطوریکه بعنوان مثال در صورتیکه عقربه ساعت شمار عدد 5 را نشان دهد اتصال فشار ضعیف نسبت به اتصال فشار قوی 150 درجه اختلاف فاز دارد.



## دسته بندی ترانسفورماتورها

- استاندارد آمریکایی

Clockface Number	Phase Shift	Group
0	0	1
6	180	2
1	-30	3
11	+30	4

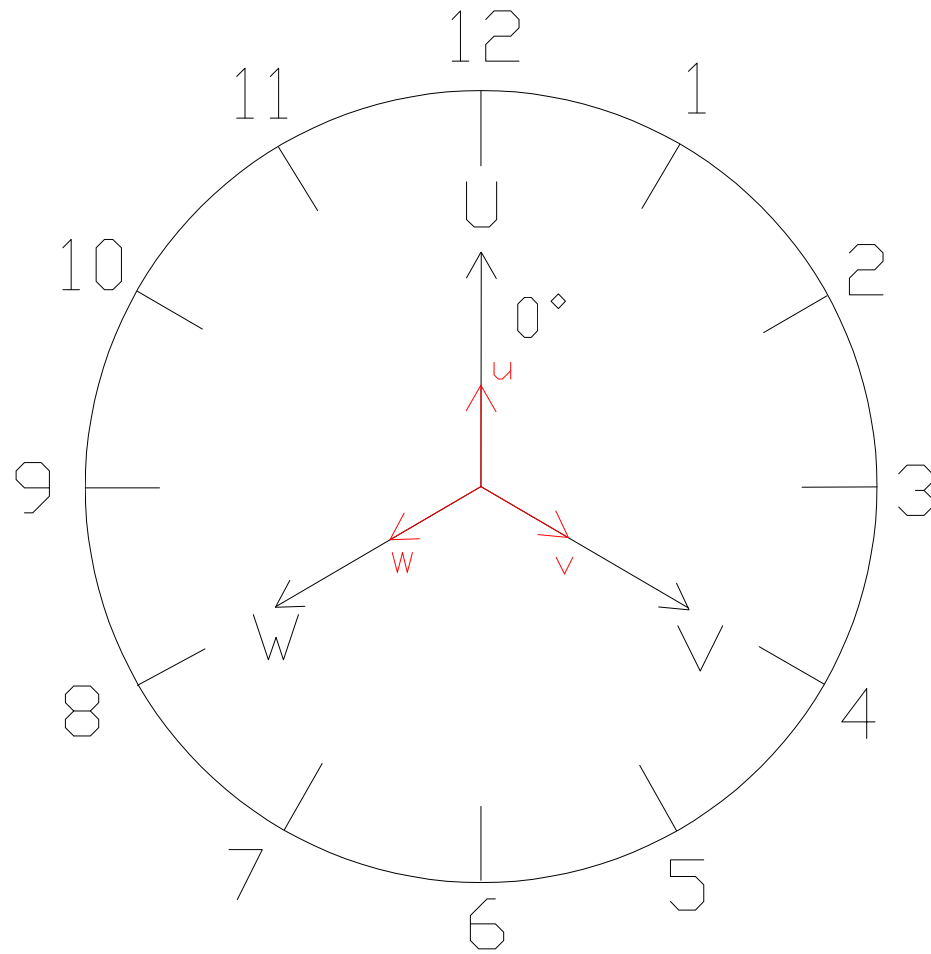
## استاندارد آلمانی

Clockface Number	Phase Shift	Group
0	0	A
6	180	B
5	-150	C
11	+30	D

ترانسفورماتورهای دسته A استاندارد آلمانی (گروه اول استاندارد آمریکایی)

GROUP	Voltage diagrams		Winding connections		Conversion Ratio	GROUP
	H.V	L.V	H.V	L.V		
Dd0					$U/u = n_1/n_2$	A1
Yy0					$U/u = n_1/n_2$	A2
Dz0					$U/u = 2n_1/3n_2$	A3

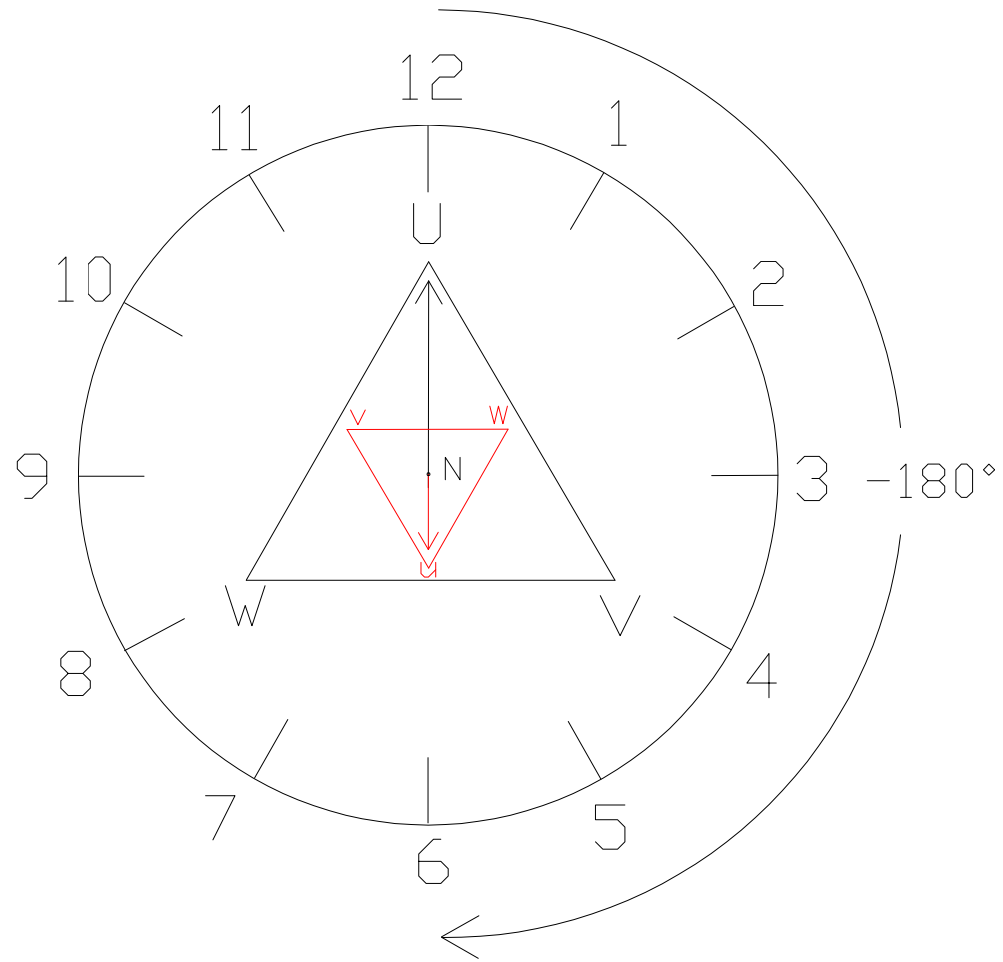
Yy0



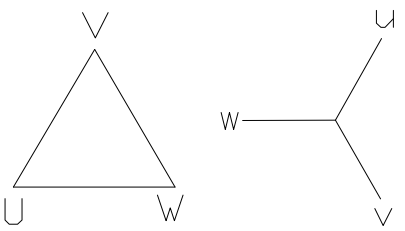
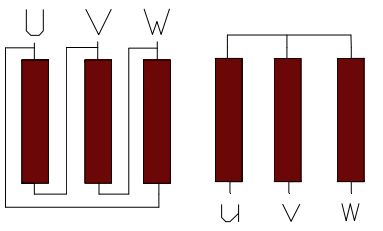
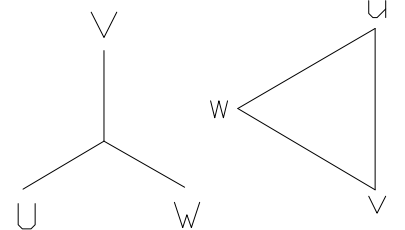
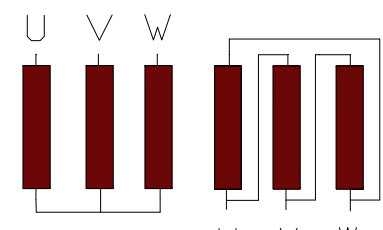
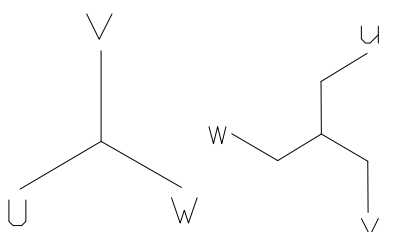
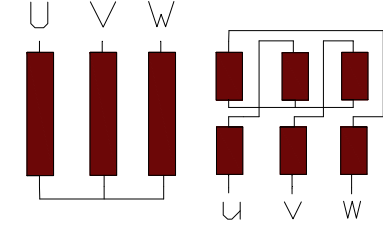
ترانسفورماتورهای دسته B استاندارد آلمانی (گروه دوم استاندارد آمریکایی)

GROUP	Voltage diagrams		Winding connections		Conversion Ratio	GROUP
	H, V	L, V	H, V	L, V		
Dd6					$U/u=n_1/n_2$	B1
Yy6					$U/u=n_1/n_2$	B2
Dz6					$U/u=2n_1/3n_2$	B3

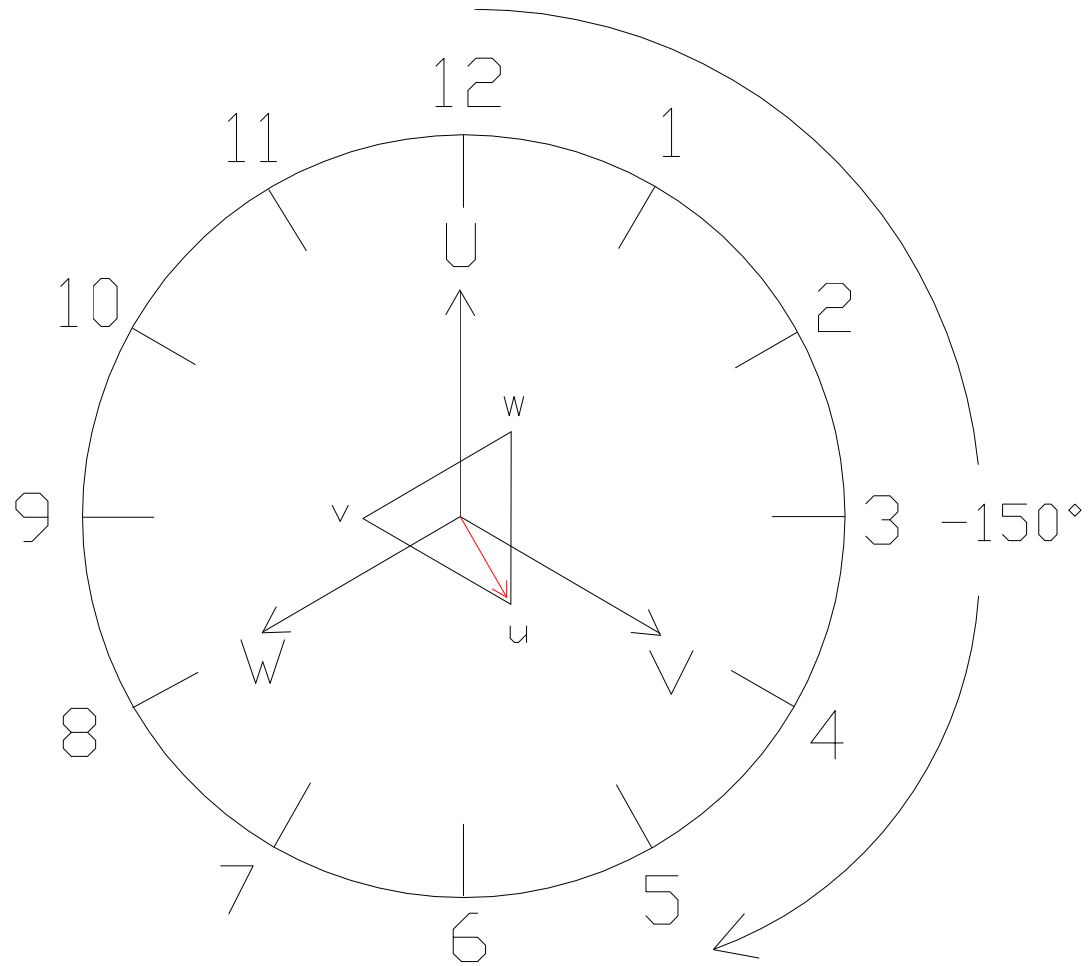
# Dd6



## ترانسفورماتورهای دسته C ( استاندارد آلمانی )

GROUP	Voltage diagrams H.V      L.V	Winding connections H.V      L.V	Conversion Ratio	GROUP
Dy5			$U/u = n_1 / 1.73n_2$	C1
Yd5			$U/u = 1.73n_1 / n_2$	C2
Yz5			$U/u = 2n_1 / 1.73n_2$	C3

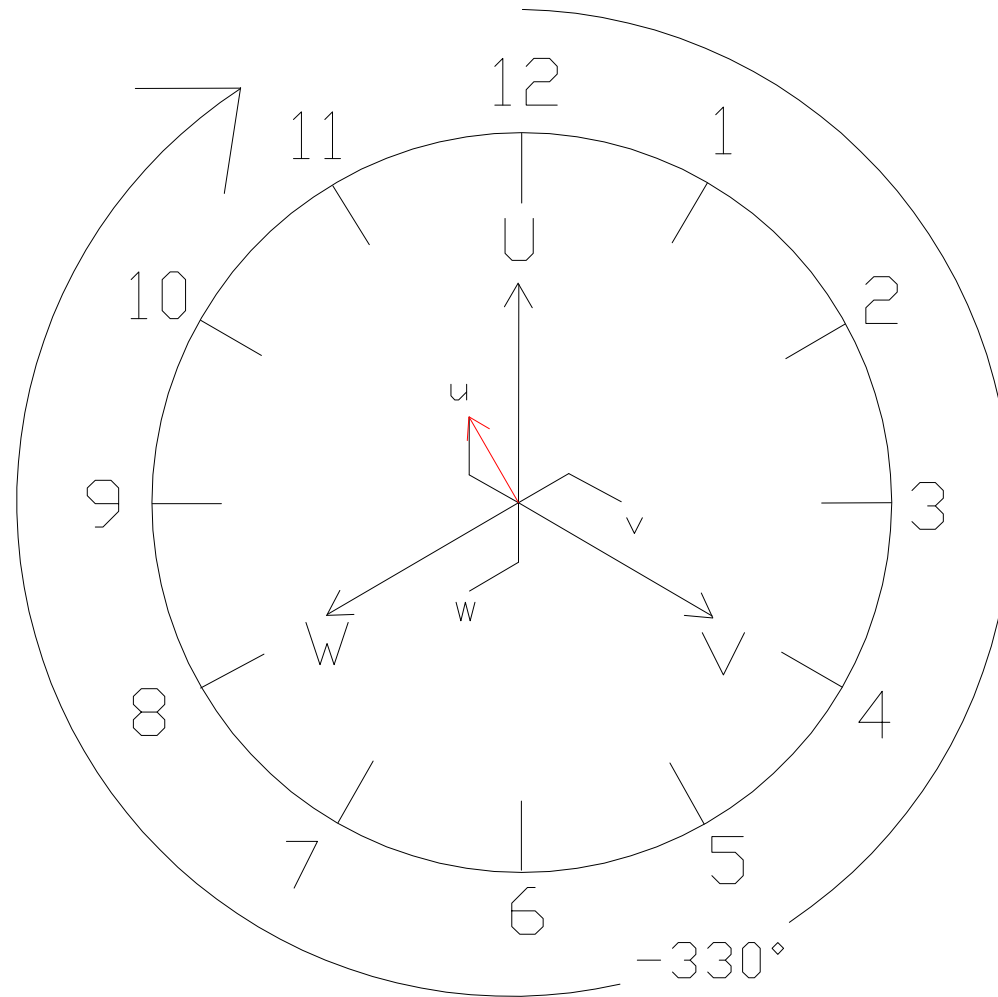
# Yd5



ترانسفورماتورهای دسته D استاندارد آلمانی (گروه چهارم استاندارد آمریکایی)

GROUP	Voltage diagrams		Winding connections		Conversion Ratio	GROUP
	H.V	L.V	H.V	L.V		
Dy11					$U/u = n_1 / 1.73n_2$	D1
Yd11					$U/u = 1.73n_1 / n_2$	D2
Yz11					$U/u = 2n_1 / 1.73n_2$	D3

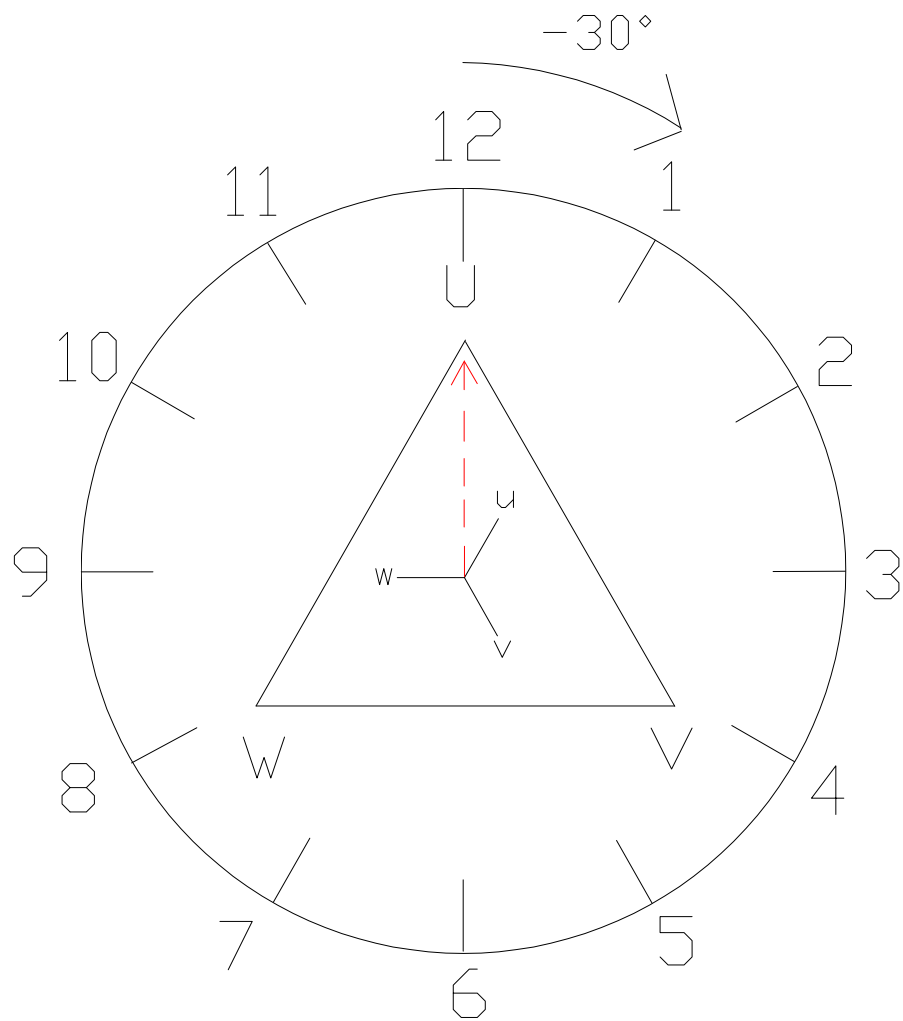
# Yz11



## ترانس های مربوط به گروه سه استاندارد آمریکایی

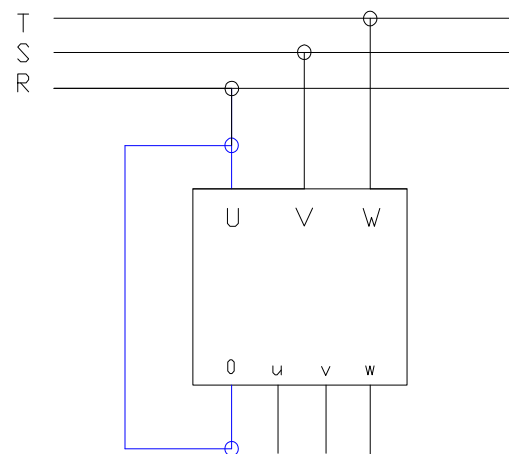
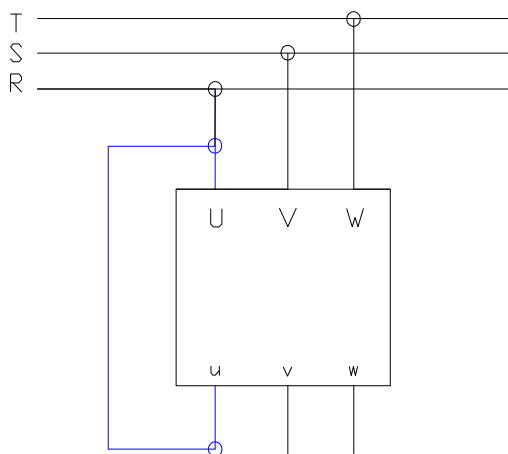
GROUP	Voltage diagrams		Winding connections		Conversion Ratio	
	H.V	L.V	H.V	L.V		
Dy1					$U/u = n_1/1.73n_2$	
						$U/u = 1.73n_1/n_2$

# Dy1



## تعیین دسته اتصالی

- برای تعیین دسته اتصالی ترانسفورماتور سیم پیچی فشار قوی را به شبکه سه فازی که ولتاژ آن حد اکثر برابر ولتاژ نامی طرف ثانویه می باشد وصل می کنیم.
- سپس اگر ترانسفورماتور فاقد سیم صفر باشد یا نقطه صفر در داخل ترانسفورماتور بسته شده باشد و در دسترس نباشد دو سر سیم پیچی اولیه و ثانویه را مستقیما بهم وصل میکنیم و اگر نقطه صفر سمت ثانویه موجود بود آن را به یکی از فازهای طرف اولیه وصل می کنیم. در این صورت پتانسیل نقطه صفر به اندازه U بالا میرود. سپس با سنجش ولتاژهای دیگر نتایج ذیل بدست می آید

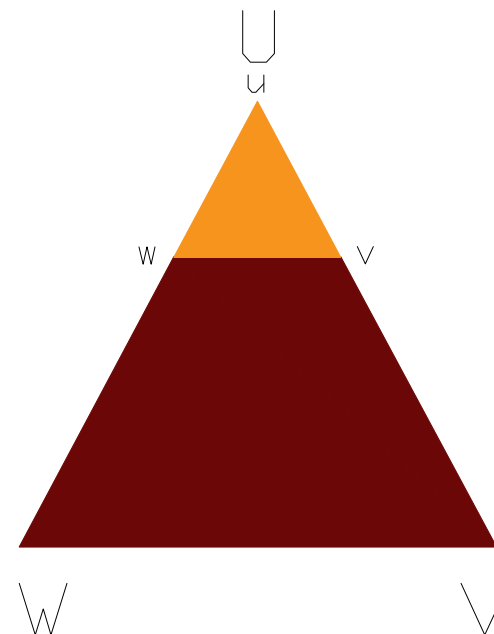


## دسته اتصالی A

- اختلاف پتانسیل  $v-v$  و  $w-w$  برابر با تفاوت پتانسیل فشار قوی و فشار ضعیف ترانسفورماتور مطابق شکل خواهد بود. مثلا اگر ترانسفورماتور  $20000/400$  ولت متعلق به دسته A باشد و آن را در طرف اولیه به شبکه 400 ولت وصل کنیم ولتمترها:
- $(20000-400)*(400/20000)=392$

را نشان خواهد داد.

$$U_{v-v} = U_{u-v} - U_{u-w}$$
$$U_{w-w} = U_{u-w} - U_{u-v}$$

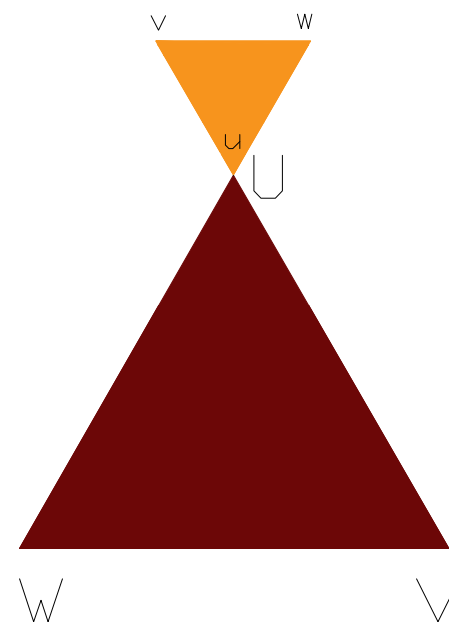


## دسته اتصالی B

- اختلاف پتانسیل  $v-v$  و  $w-w$  برابر با تفاوت پتانسیل فشار قوی و فشار ضعیف ترانسفورماتور مطابق شکل خواهد بود. مثلا اگر ترانسفورماتور  $20000/400$  ولت متعلق به دسته B باشد و آن را در طرف اولیه به شبکه  $400$  ولت وصل کنیم ولتمترها:
- $(20000-400)*(400/20000)=392$

را نشان خواهد داد.

$$U_{v-v} = U_{u-v} + U_{u-w}$$
$$U_{w-w} = U_{u-w} + U_{u-v}$$



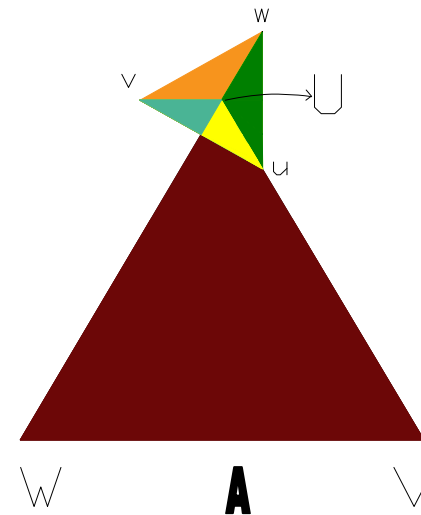
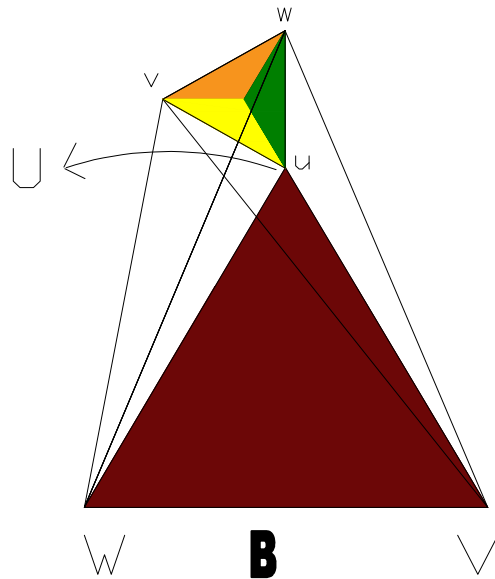
## دسته اتصالی C

- اگر نقطه صفر در دسترس باشد همانطور که گفته شد نقطه اولیه U را به نقطه صفر ثانویه وصل می کنیم (شکل A) و این بار با دو ولتметр اختلاف سطح های U-V و W-W را می سنجیم و باید:

$$U_{u-v} = U_{pr} \cdot \sec(\text{phase})$$

$$U_{w-w} = U_{pr} + U_{\sec(\text{phase})}$$

- و اگر نقطه صفر ترانسفورماتور در دسترس نباشد با اتصال U به U به کمک چهار ولتметр ولتاژهای بین W-w, W-v, V-w, V-v را می سنجیم و با کمک پرگار محل نقاط v و w را مطابق شکل B تعیین می کنیم.



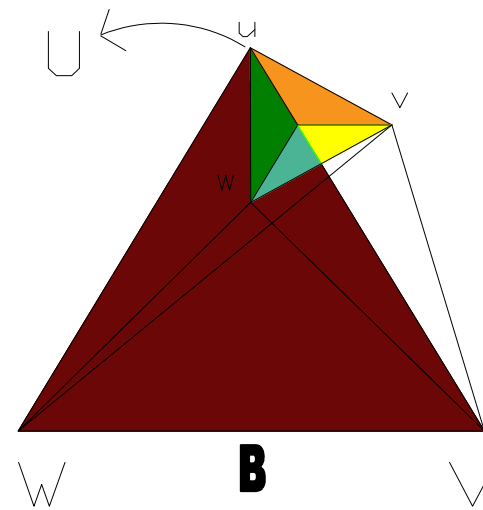
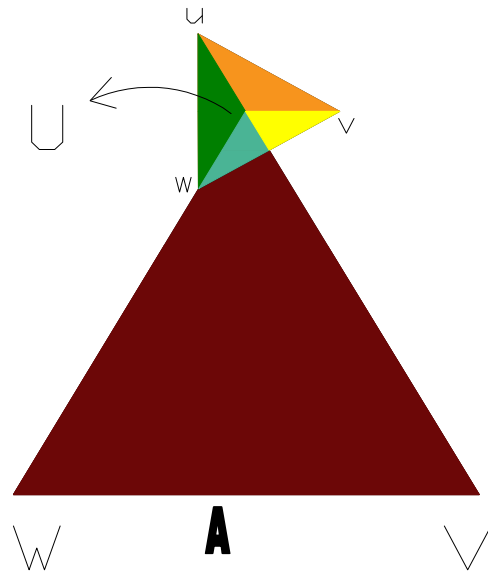
## دسته اتصالی D

- اگر نقطه صفر در دسترس باشد همانطور که گفته شد نقطه اولیه  $U$  را به نقطه صفر ثانویه وصل می کنیم (شکل A) و این بار با دو ولت متر اختلاف سطح های  $U-V$  و  $W-W$  را می سنجیم و باید:

$$U_{u-v} = U_{pr} + U_{\sec(\text{phase})}$$

$$U_{w-w} = U_{pr} - U_{\sec(\text{phase})}$$

- و اگر نقطه صفر ترانسفورماتور در دسترس نباشد با اتصال  $U$  به  $U$  به کمک چهار ولت متر ولتاژهای بین  $W-w, W-v, V-w, V-v$  را می سنجیم و با کمک پرگار محل نقاط  $w$  و  $v$  را مطابق شکل B تعیین می کنیم.



## منابع:

- 
- تولید الکتریسیته و بهره برداری نوشته مسعود سلطانی
- ماشین های الکتریکی بیم بهارا
- 
- تهیه و تنظیم : میلاد کریمی
- دانشجوی برق دانشگاه زنجان (بهار 1388)
- Email : milad\_karimi1365@yahoo.com