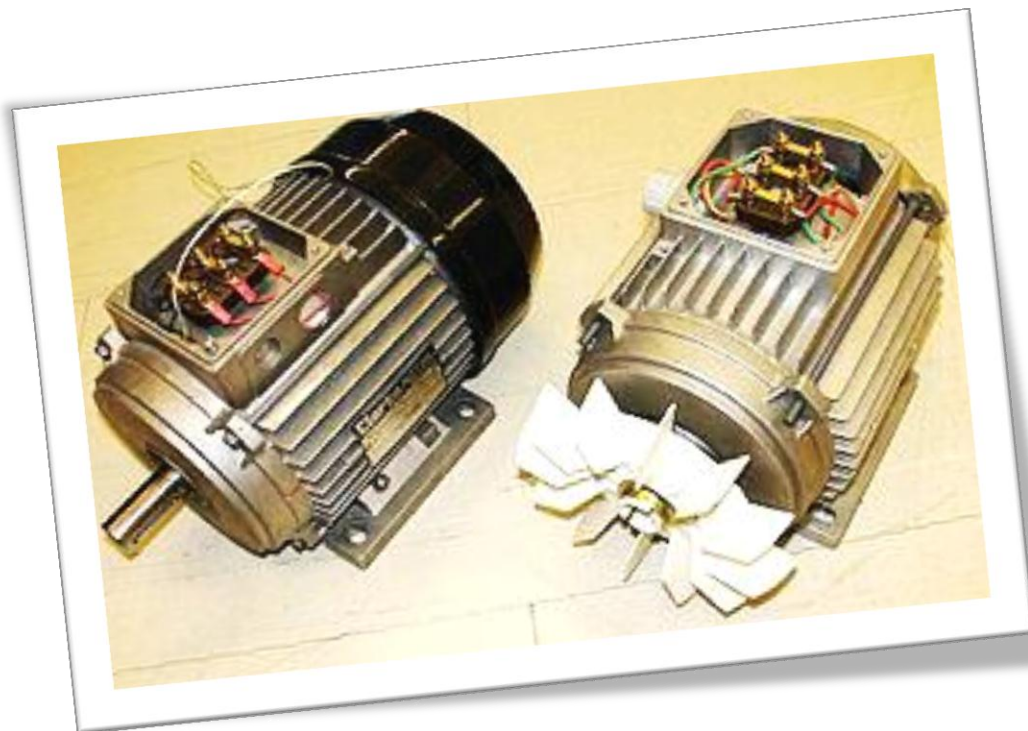


# کارگاه سیم پیچی ۲



استاد: جناب آقای مهندس بزی

آموزشگده فنی شهید بهشتی کرج

تهیه و تنظیم:

محمد رضا لشگری آزاد

این فایل بصورت رایگان (با ذکر صلوات) منتشر میشود و هرگونه استفاده تجاری از آن شرعا و قانونا حرام است.

## تمامی موتور های القایی از دو قسمت تشکیل شده اند :

الف) قسمت گردان یا متحرک که روتور نامیده می شود .

ب) قسمت ثابت که استاتور نام دارد .

روتور قفسی از چهار قسمت تشکیل شده است:

۱- هسته روتور      ۲- هادی های روتور      ۳- حلقه های انتهایی      ۴- محور روتور

استاتور از سه قسمت تشکیل شده است :

۱- قاب استاتور      ۲- هسته استاتور      ۳- سیم بندی استاتور

### مراحل سیم پیچی استاتور موتور آسنکرون:

**مرحله اول:** برداشتن مشخصات موتور از پلاک موتور : هر کارخانه سازنده مجموع اطلاعاتی را در پلاک موتور ارائه می دهد این اطلاعات را می توان به دو گروه دسته بندی کرد :

۱- اطلاعات که مصرف کننده ها طبق آن با توجه به نیاز خود، موتور را انتخاب می کنند .

۲- اطلاعاتی که به کارخانه ی سازنده مربوط می شود که با این اطلاعات کارخانه ی سازنده ی خود موتور یا نظیر آن را مجدداً تولید کند.

**مرحله دوم:** پیاده کردن موتور

**مرحله سوم:** تکمیل جدول

**مرحله چهارم:** درآوردن سیم های سوخته از داخل شیار های استاتور (که بهترین راه به وسیله ی اتصال ولتاژ ۵۰ ولت )

**مرحله پنجم:** تمیز کردن هسته

**مرحله ششم:** عایق کاری

**مرحله هفتم:** آماده کردن کلاف های سیم پیچی

**مرحله هشتم:** سر بندی یا اتصال گروه کلاف ها شامل سه مرحله است :

الف) اتصال سری گروه کلاف ها      ب) اتصال موازی گروه کلاف ها      ج) اتصال مختلط

**مرحله نه:** اتصال ها ولحیم کاری محل اتصال ها

**مرحله ده:** نواربندی یا نخ بندی

**مرحله یازده:** آزمایش مقدماتی موتور

الف) آزمایش اتصال بدنه      ب) آزمایش اتصال حلقه      ج) بررسی سر بندی کلاف ها در فازها

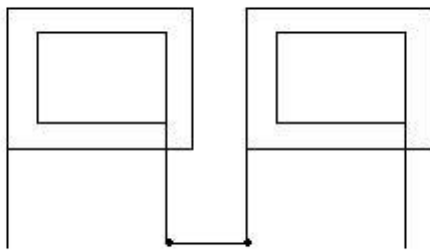
**مرحله دوازده:** شار لاک یا لعاب دادن (یا پختن سیم پیچی ها)

**سیم بندی یک طبقه با گام کامل:** در سیم بندی یک طبقه با گام کامل گام سیم پیچی با گام قطبی برابر است این نوع سیم پیچی را سیم پیچی به ازای زوج قطب انجام می شود.

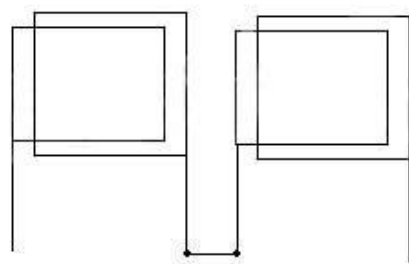
در سیم پیچی به ازای زوج قطب تعداد گروه کلاف ها در هر فاز برابر نصف قطب است، اگر تعداد گروه کلاف ها را در هر فاز با  $g$  نشان دهیم در سیم پیچی به ازای زوج قطب  $g = P$  خواهد بود

در سیم پیچی به ازای زوج قطب اتصال کلاف ها به یکدیگر از نوع اتصال نزدیک است در اصطلاح موتور سیم پیچ ها سر به ته و ته به سر می باشد.

سیم بندی متحد المکز



سیم بندی کلاف مساوی



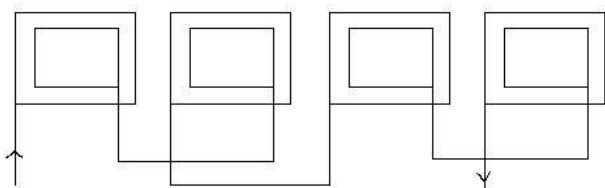
**سیم بندی یک طبقه با گام کسری:** یکی از روش های متداول در سیم پیچی موتور یک طبقه روش گام کسری است، این روش در مقایسه با روش گام کامل دارای مزایای زیر می باشد:

- کاهش سیم مصرفی - افزایش عمر موتور - کاهش مقاومت اهمی قسمت سیم پیچی موتور و کاهش تلفات اهمی روتور - افزایش بازده موتور - کاهش لرزش موتور

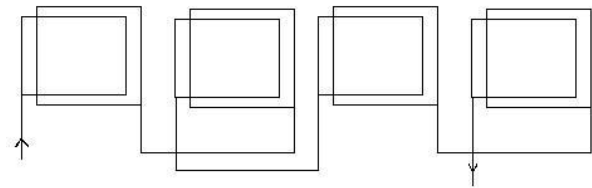
در سیم بندی گام کسریب بیشتر از سیم پیچی به ازای قطب استفاده می شود به عبارتی تعداد گروه کلاف های هر فاز برابر تعداد قطب ها است یعنی  $g = 2P$

در سیم پیچی به ازای قطب اتصال کلاف ها به یکدیگر از نوع اتصال دور است در اصطلاح موتور سیم پیچ ها سر به سر ته به ته می باشد.

سیم بندی متحد المکز

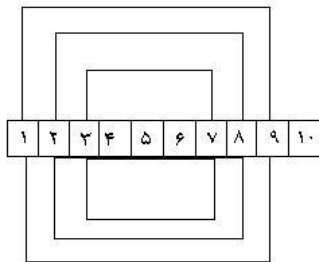


سیم بندی کلاف مساوی



**نکته:** موتورهای سه فاز به دو صورت یک طبقه و دو طبقه قابل پیچیدن هستند. ولی به منظور کوتاه کردن پیشانی کلاف و افزایش تبادل حرارتی سیم پیچ های استاتور موتورهای سه فاز را غالباً به صورت دو طبقه می پیچند. برای این منظور ضریب کوتاهی گام یا  $\epsilon$  را در گام سیم بندی منظور میکنیم. یعنی در این حالت  $Y_Z \neq Y_P$ . مقدار کوتاهی گام برای موتورهای دو قطب  $2/3$  (برای تضعیف هارمونیک سوم) و موتورهای چهار و شش قطب  $5/6$  (برای تضعیف هارمونیک های تسمه ای) میباشد. با اجرای سیم پیچی ۲ طبقه، مقدار سیم مسی مصرفی کمتر شده و حرارت ایجاد شده در سیم پیچ ها سریعتر به محیط منتقل میشود و نسبت به نوع مشابه یک طبقه حدود ۱۰٪ افزایش توان دارد.

## انواع سیم بندی از لحاظ شکل کلاف ها:



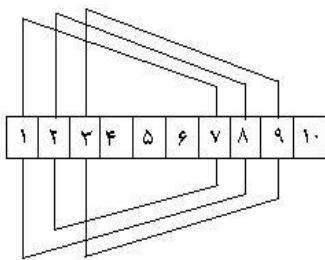
۱- سیم بندی متحدالمركز: گام کلاف ها در یک گروه از کلاف برابر نبوده و کلاف ها به گونه ای یکدیگر را در بر می گیرند که مرکزشان بر هم منطبق می شود گام کلاف بیرونی به اندازه دو شیار از گام کلافی که درون و مجاور آن قرار گرفته بیشتر است این سیم بندی بیشتر در موتور های تک فاز کار برد دارد .

$$y_z = 9 - 1 = 8$$

$$y_z = 8 - 2 = 6$$

$$y_z = 7 - 3 = 4$$

۲- سیم بندی کلاف مساوی (گام مساوی) : در سیم پیچی کلاف مساوی گام تمام کلاف ها



در مجموعه ی سیم بندی با هم برابر بوده و برای پیچیدن آنها می توان از قالبها ی با اندازه ی مساوی استفاده کرد در این سیم پیچی سیم کمتری در مقایسه با سیم پیچی متحدالمركز مصرف می شود، محاسبه ی تعداد دور هر کلاف ساده است در سیم بندی کلاف مساوی کلاف های فاز های متفاوت از روی یکدیگر عبور کرده و آنها را باید نسبت به هم عایق کرد

$$y_z = 7 - 1 = 6$$

$$y_z = 8 - 2 = 6$$

$$y_z = 9 - 3 = 6$$

## مشخصات لازم برای محاسبه و طراحی دیاگرام سیم بندی موتورهای سه فاز به شرح زیر میباشد:

۱-  $Z$  یا تعداد شیارهای استاتور که از روی پوسته موتور قابل شمارش است

$$Y_p = \frac{Z}{2P}$$

۲-  $Y_p$ : فاصله بین دو قطب مجاور غیرهمنام را گویند

۳-  $Y_z$ : فاصله بین دو بازوی یک کلاف که به آن گام سیم بندی میگویند. در موتورهای یک طبقه

با گام کامل  $Y_z = Y_p$  و در موتورهای با گام کسری  $Y_z > Y_p$  میباشد.

$$q = \frac{Z}{2P.m}$$

۴-  $q$ : تعداد شیارهای مربوط به هر فاز زیر هر قطب:

۵- جهت جریان در شیارها:  $\downarrow S \quad \uparrow N$

$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z}$$

۶-  $\alpha_{ez}$ : زاویه الکتریکی بین دو شیار مجاور:

۷- شماره شیار برای شروع هر فاز:

$$R \rightarrow 1$$

$$S \rightarrow 1 + \frac{120}{\alpha_{ez}}$$

$$T \rightarrow 1 + \frac{240}{\alpha_{ez}}$$

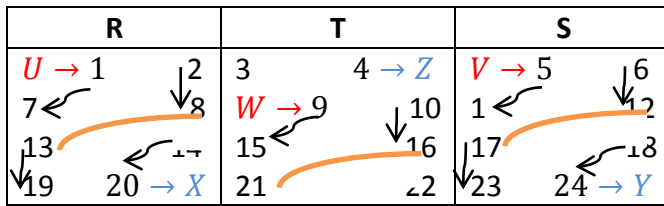
مثال ۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۴ قطب بصورت یک طبقه (گام کامل و کسری)

$$Y_p = \frac{Z}{2P} = \frac{24}{4} = 6 \quad Y_z = Y_p = 6$$

$$q = \frac{Z}{2P \cdot m} = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

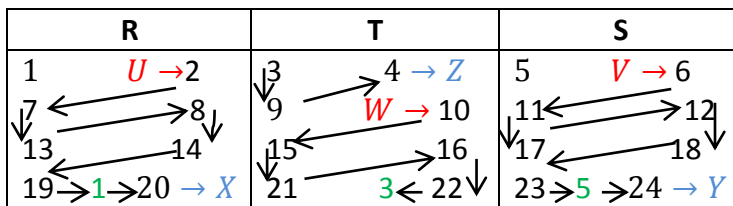
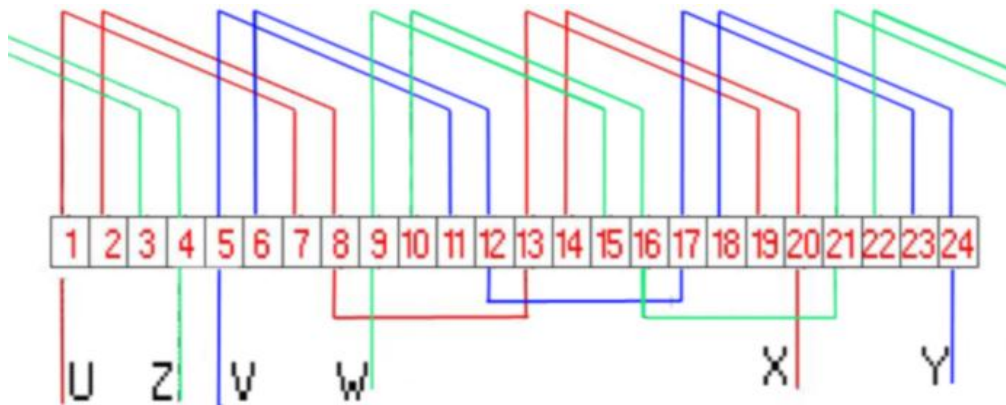
$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 2}{24} = 30^\circ$$

$$R \rightarrow 1 \quad S \rightarrow 1 + \frac{120}{30} = 5 \quad T \rightarrow 1 + \frac{240}{30} = 9$$

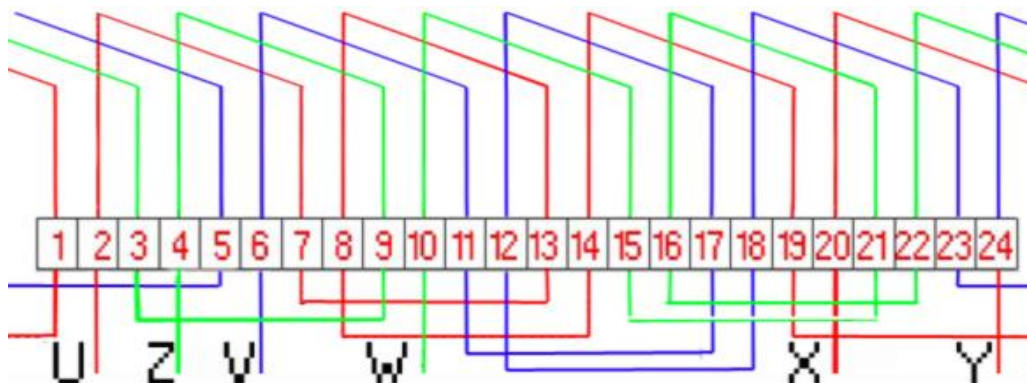


چون  $2P = 4$  پس ۴ ردیف داریم و چون  $q = 2$  پس در هر خانه ۲ عدد قرار میگیرد و سه گروه کلاف ۴ تایی داریم که دو به دو با هم موازی هستند. از طرفی گام کلاف ها با گام قطبی مساوی است. چون سیم بندی گام مساوی است پس گام همه

کلاف های دوتایی ۶ است. با رعایت موارد بالا دیاگرام این موتور بصورت زیر رسم میگردد:



و برای حالت گام کسری هم داریم:



تمرین ۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۲ قطب بصورت یک طبقه (گام کامل و کسری)

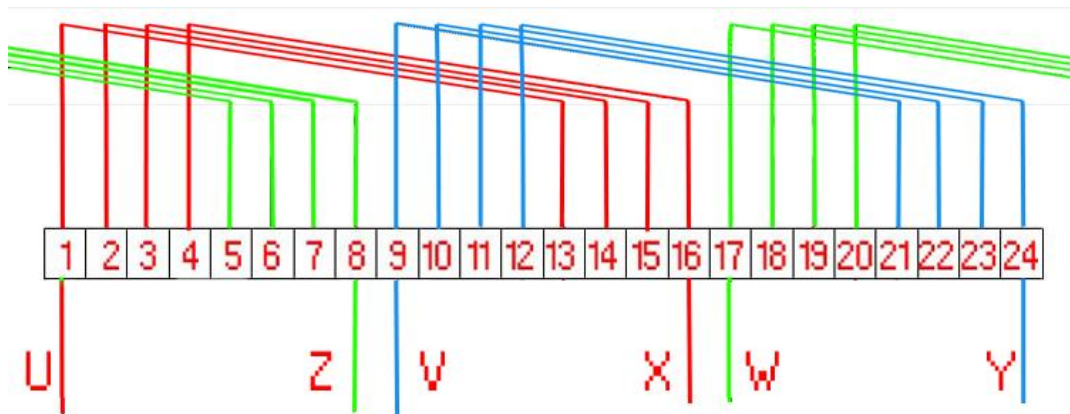
$$Y_p = \frac{Z}{2P} = \frac{24}{2} = 12 \quad Y_z = Y_p = 12$$

$$q = \frac{Z}{2P \cdot m} = \frac{24}{2 \times 3} = 4$$

$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 1}{24} = 15^\circ$$

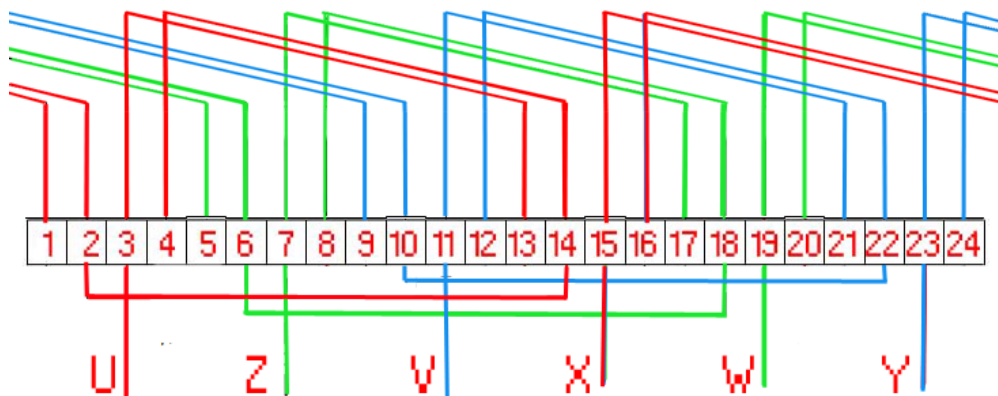
$$R \rightarrow 1 \quad S \rightarrow 1 + \frac{120}{15} = 9 \quad T \rightarrow 1 + \frac{240}{15} = 17$$

Q=4	R				T				S			
N	U → 1	2	3	4	5	6	7	8 → Z	V → 9	10	11	12
S	13	14	15	16 → X	W → 17	18	19	20	21	22	23	24 → Y



گام کسری:

Q=4	R				T				S			
N	1	2	U → 3	4	5	6	7 → Z	8	9	10	V → 11	12
S	13	14	15 → X	16	17	18	W → 19	20	21	22	23 → Y	24



تمرین ۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۳۶ شیار ۴ قطب بصورت یک طبقه (گام کامل و کسری)

$$Y_p = \frac{z}{2P} = \frac{36}{4} = 9$$

$$q = \frac{Z}{2p.m} = \frac{36}{3 \times 4} = 3$$

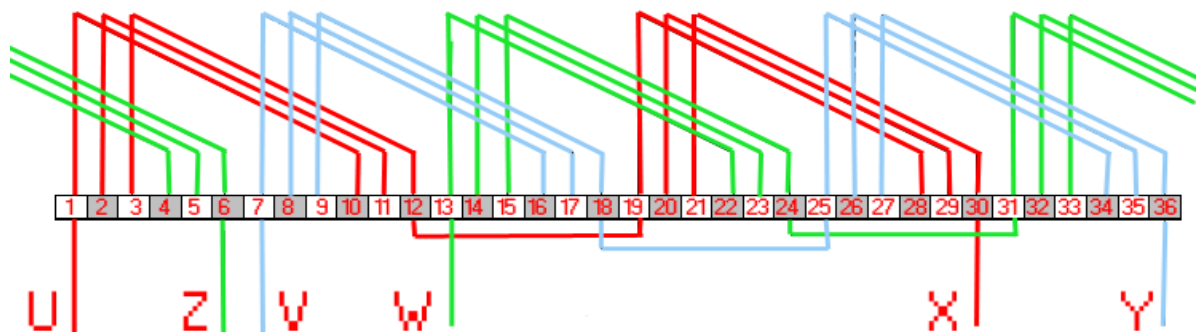
$$\alpha = \frac{360p}{z} = \frac{360 \times 2}{36} = 20$$

$$R = 1$$

$$S = 1 + \frac{120}{\alpha} = 1 + \frac{120}{20} = 7$$

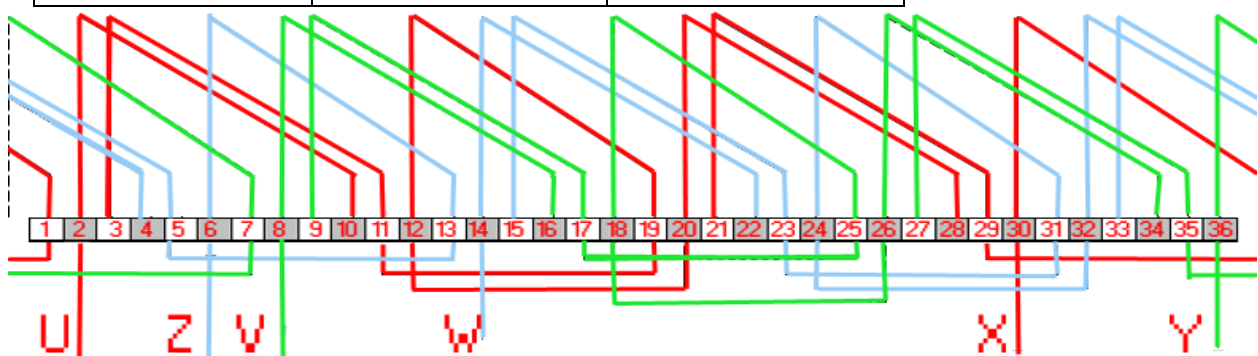
$$T = 1 + \frac{240}{\alpha} = 1 + \frac{240}{20} = 13$$

R			T			S		
$U \rightarrow 1$	2	3	4	5	$6 \rightarrow Z$	$V \rightarrow 7$	8	9
10	11	12	$W \rightarrow 13$	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	$30 \rightarrow X$	31	32	33	34	35	$36 \rightarrow Y$



R			T			S		
1	$U \rightarrow 2$	3	4	5	$6 \rightarrow Z$	7	$V \rightarrow 8$	9
10	11	12	13	$W \rightarrow 14$	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	$30 \rightarrow X$	31	32	33	34	35	$36 \rightarrow Y$

و حالت گام کسری



نکته ۱: در سیم گام کوتاه تعداد کلافها دو برابر و تعداد بوبین هر کدام نصف می شود.

نکته ۲: همان شیارهایی که در گام کامل مربوط به هر فاز هستند، در گام کسری نیز مربوط به

همان فاز می شوند.

سیم پیچی ۲ طبقه:

مثال (۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۴ قطب بصورت دو طبقه (با ضریب  $\epsilon = \frac{2}{3}$ )

$$Y_p = \frac{Z}{2P} = \frac{24}{4} = 6$$

$$Y_z = \epsilon \cdot Y_p = \frac{2}{3} \times 6 = 4$$

$$q = \frac{Z}{2P \cdot m} = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

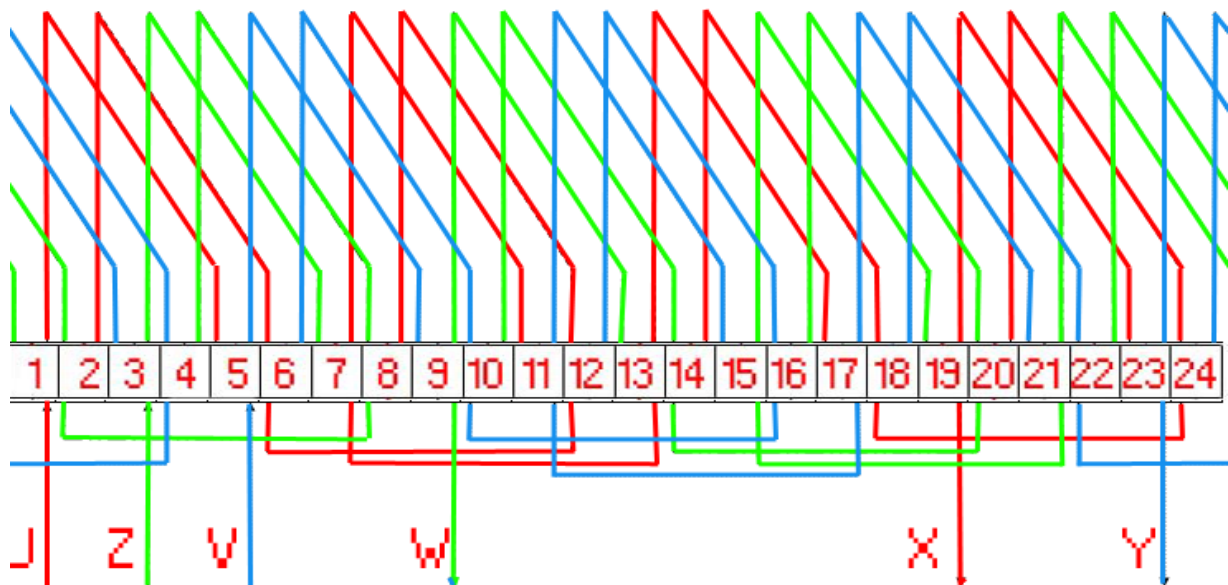
$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 2}{24} = 30$$

$$R = 1$$

$$S = 1 + \frac{120}{\alpha_{ez}} = 1 + \frac{120}{30} = 5$$

$$T = 1 + \frac{240}{\alpha_{ez}} = 1 + \frac{240}{30} = 9$$

T				S				R			
$U \rightarrow 1$	5	2	6	$3 \rightarrow Z$	7	4	8	$V \rightarrow 5$	9	6	10
7	11	8	12	$W \rightarrow 9$	13	10	14	11	15	12	16
13	17	14	18	15	19	16	20	17	21	18	22
$19 \rightarrow X$	23	20	24	21	1	22	2	$23 \rightarrow Y$	3	24	4



نکته ۱: در سیم پیچی ۲ طبقه اتصال همیشه دور (به ازای تعداد قطب) خواهد بود.



تمرین ۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۴ قطب بصورت دو طبقه (با ضریب  $\epsilon = \frac{5}{6}$ )

$$Y_P = \frac{Z}{2P} = \frac{24}{4} = 6$$

$$Y_Z = \epsilon Y_P = \frac{5}{6} \times 6 = 5$$

$$q = \frac{Z}{2P.m} = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

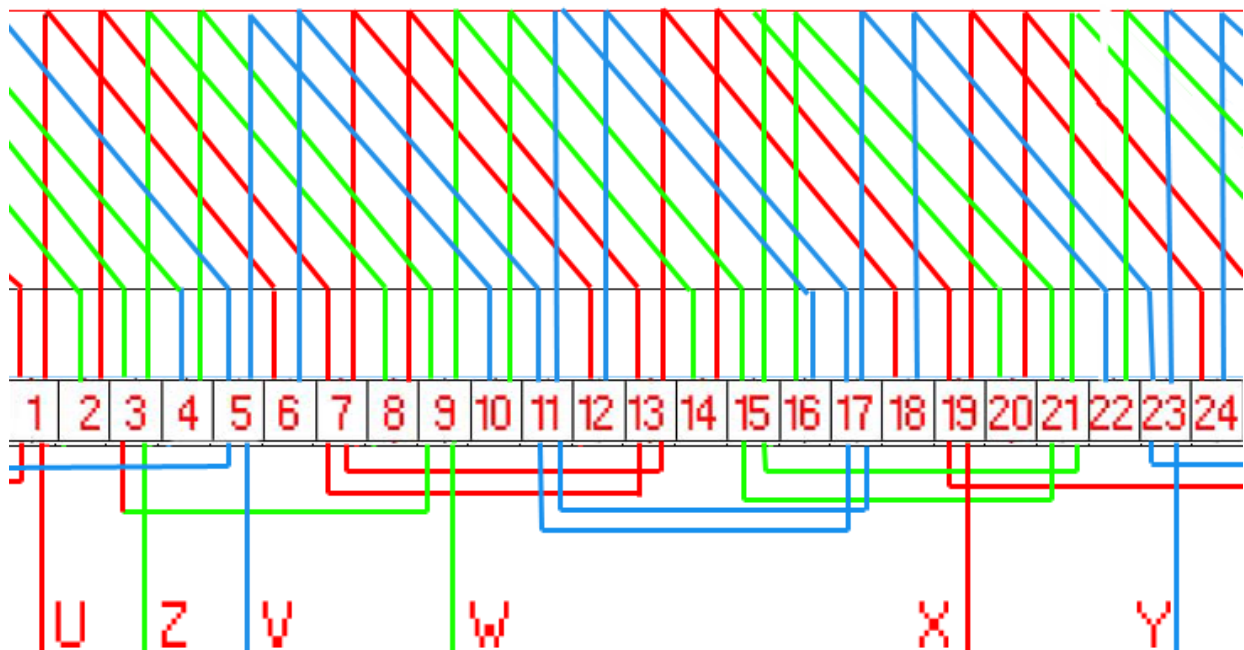
$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 2}{24} = 30^\circ$$

$$R \rightarrow 1$$

$$S \rightarrow 1 + \frac{120}{30} = 5$$

$$T \rightarrow 1 + \frac{240}{30} = 9$$

R		T		S	
1 → 6"	2 → 7"	3 → 8"	4 → 9"	5 → 10"	6 → 11"
7 → 12"	8 → 13"	9 → 14"	10 → 15"	11 → 16"	12 → 17"
13 → 18"	14 → 19"	15 → 20"	16 → 21"	17 → 22"	18 → 23"
19 → 24"	20 → 1"	21 → 2"	22 → 3"	23 → 4"	24 → 5"



تمرین ۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۳۶ شیار ۴ قطب بصورت دو طبقه (با ضریب  $\epsilon = \frac{8}{9}$ )

$$Y_p = \frac{Z}{2P} = \frac{36}{4} = 9$$

$$Y_z = 4Y_p = \frac{8}{9} \times 9 = 8$$

$$q = \frac{z}{(2P \cdot m)} = \frac{36}{4 \times 3} = 3$$

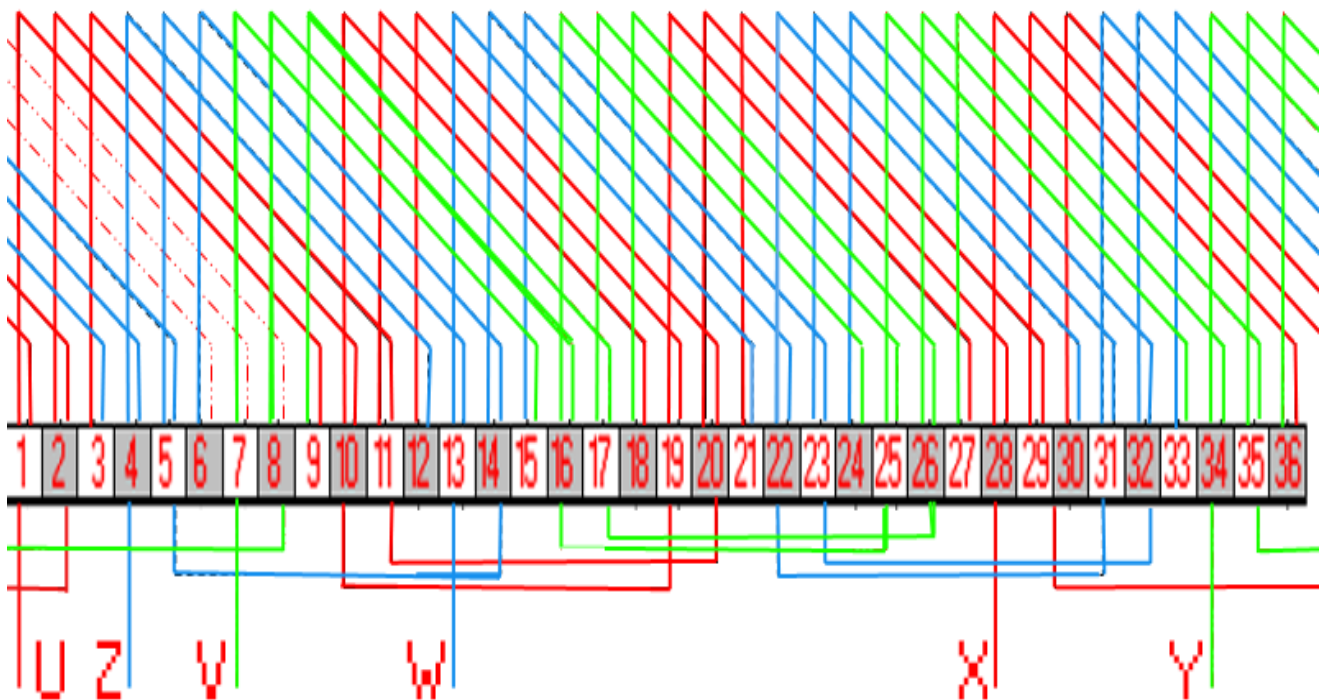
$$\propto \epsilon z = \frac{360 \times 2}{36} = 20$$

$$R = 1$$

$$S = 1 + \frac{120}{20} = 7$$

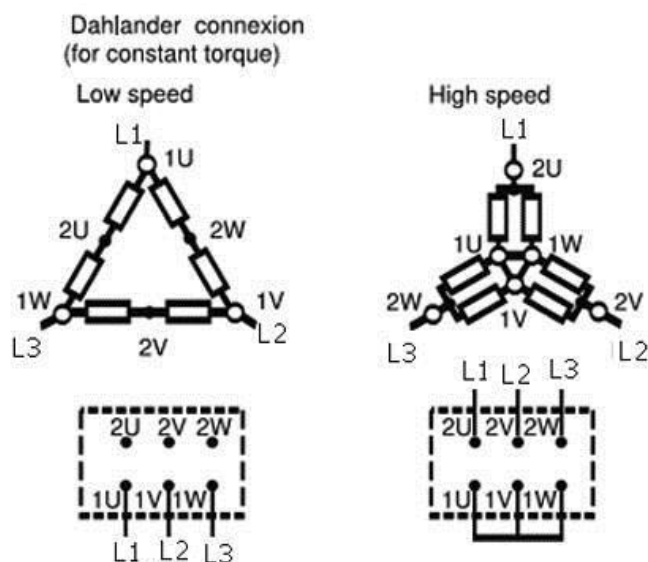
$$T = 1 + \frac{240}{20} = 13$$

R						T						S					
<b>1</b>	9	2	10	3	11	<b>4</b>	12	5	13	6	14	<b>7</b>	15	8	16	9	17
10	18	11	19	12	20	<b>13</b>	21	14	22	15	23	16	24	17	25	18	26
19	27	20	28	21	29	22	30	23	31	24	32	25	33	26	34	27	35
<b>28</b>	36	29	1	30	2	31	3	32	4	33	5	<b>34</b>	6	35	7	36	8



## موتور دو سرعت یا دالاندر

در صورتی که نسبت قطب ها در یک موتور سه فاز ۲ به ۱ باشد میتوانیم با پیاده کردن فقط یک گروه کلاف دو سرعت مختلف را تامین کنیم. چنین موتوری موتور دالاندر نام دارد. این موتور در حالت مثلث سری در قطب بیشتر و در حالت ستاره دابل در قطب کمتر کار میکند.



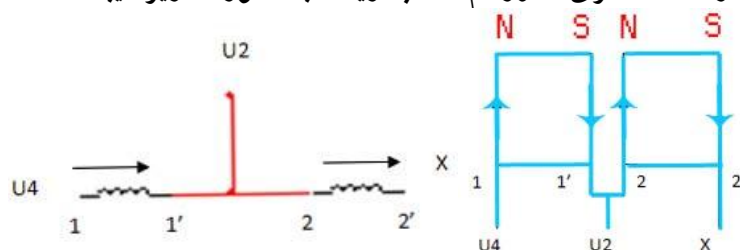
مزایای موتور دالاندر:

تلفات راه اندازی کم ☺ درجه حرارت پایین ☺ راندمان بالا ☺ صرفه جویی در مصرف سیم مسی

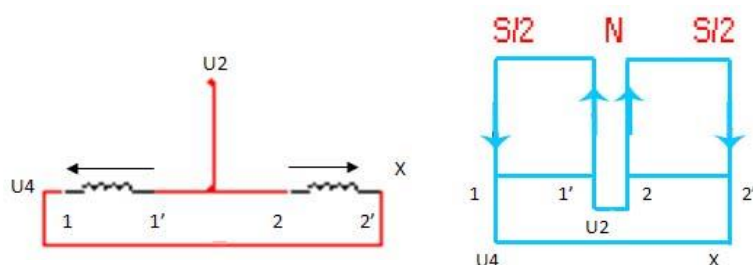
✎ در اتصال سری نسبت به اتصال موازی تعداد قطبها دو برابر و سرعت نصف می شود.  
✎ نسبت سرعت ها در موتور دالاندر ۱ به ۲ است.

✎ در اتصال موازی جهت جریان در کلافهای فرد عوض می شود.

برای مثال موتور زیر در حالت سری (دور کم - قطب زیاد) به صورت زیر میباشد:



و همچنین در حالت موازی (دور زیاد - قطب کم) به شکل زیر است:



مثال (۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۳ فاز بصورت  $2P_1 = 4$  و  $2P_2 = 8$ :

$$Z = 24 \quad 2P_1 = 4 \quad 2P_2 = 8 \quad m = 3$$

$$q = \frac{Z}{2P_1 \cdot m} = \frac{Z}{P_2 \cdot m} = \frac{24}{4 \times 3} = 2$$

$$Y_Z = \frac{m}{2} q = \frac{3}{2} \times 2 = 3 \quad \text{ابه ۴}$$

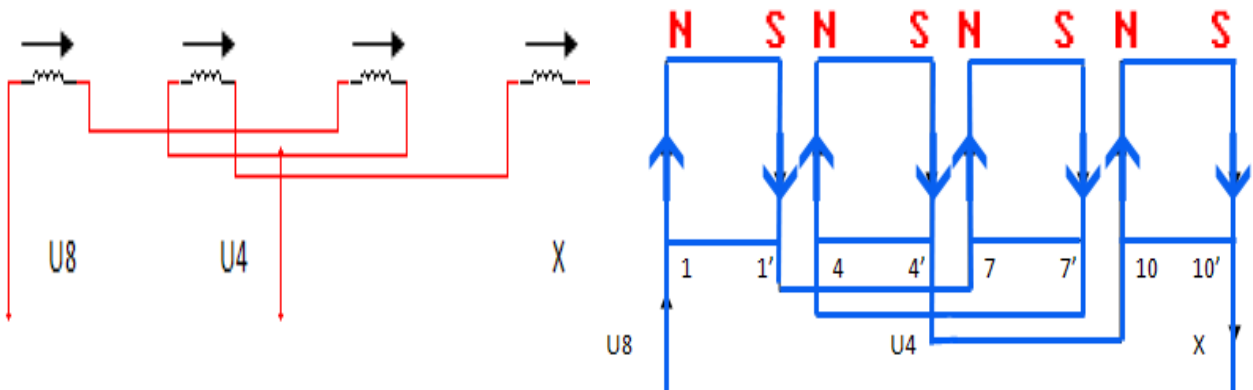
تعداد کلاف ها  $2P_1 \cdot m = P_2 \cdot m = 4 \times 3 = 12$

R T S R T S

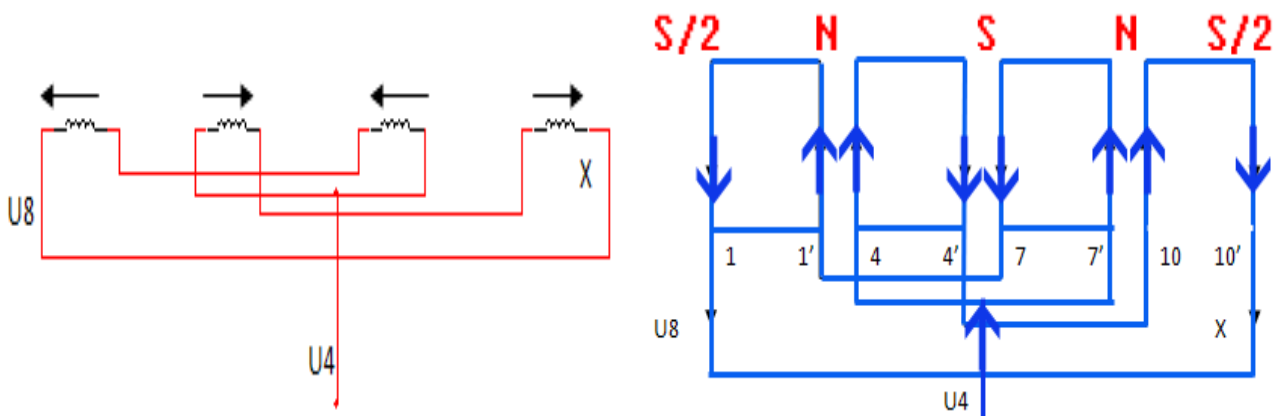
R T S R T S

	R	T	S
کلافهای فرد	۱و۷	۵و۱۱	۳و۹
کلافهای زوج	۴و۱۰	۸و۲	۶و۱۲

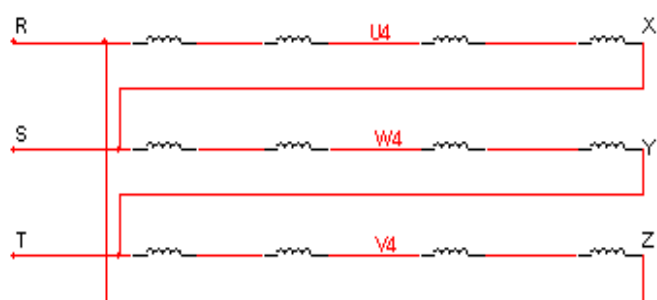
در اتصال سری:  $2P_2 = 8$  و  $N_S = \frac{60 \times 50}{4} = 750$



در اتصال موازی:  $2P_1 = 4$  و  $N_S = \frac{60 \times 50}{2} = 1500$



**نکته:** برای اتصال کلاف ها ، ابتدای کلاف های فرد با هم سری میشوند. سپس با کلاف های زوج به طور سری اتصال میابند.

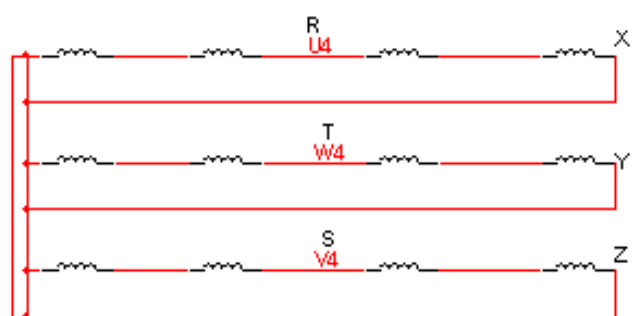


الف) دور کند

$$R=U8$$

$$S=V8$$

$$T=W8$$



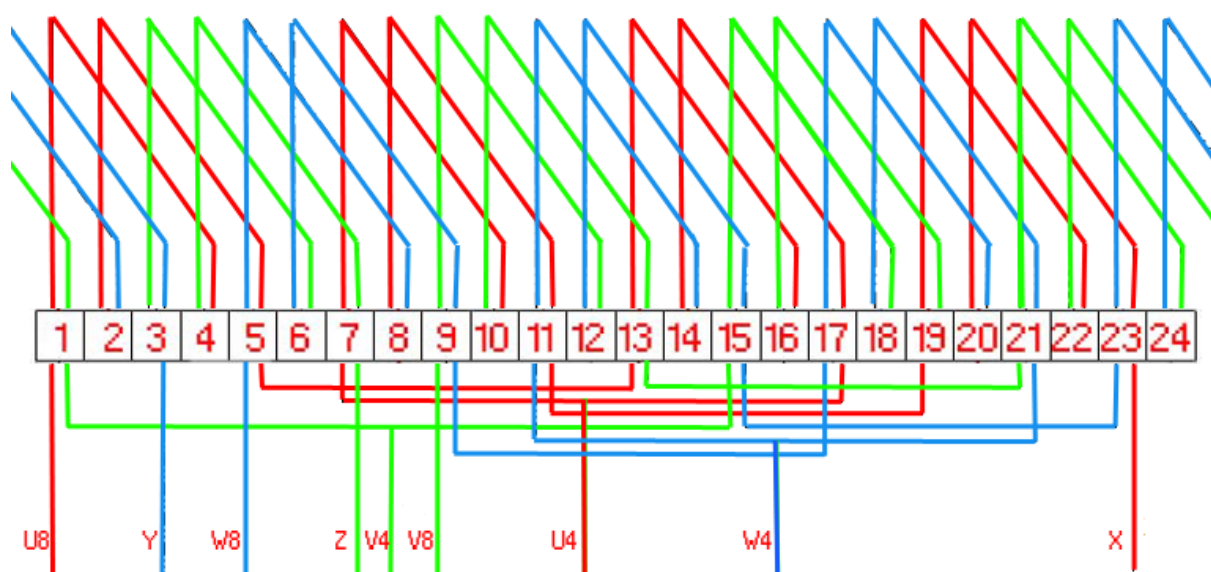
ب) دور تند

$$R=U4$$

$$S=V4$$

$$T=W4$$

$$U8 \quad V8 \quad W8$$



مثال (۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۲۴ شیار ۳ فاز بصورت  $2P_1 = 2$  و  $2P_2 = 4$ :

$$Z = 24 \quad 2P_1 = 2 \quad 2P_2 = 4 \quad m = 3$$

$$q = \frac{Z}{2P_1 \cdot m} = \frac{Z}{P_2 \cdot m} = \frac{24}{2 \times 3} = 4$$

$$Y_Z = \frac{m}{2} q = \frac{3}{2} \times 4 = 6 \quad \text{به ۱}$$

$$\text{تعداد کلاف ها} \quad 2P_1 \cdot m = P_2 \cdot m = 2 \times 3 = 6$$

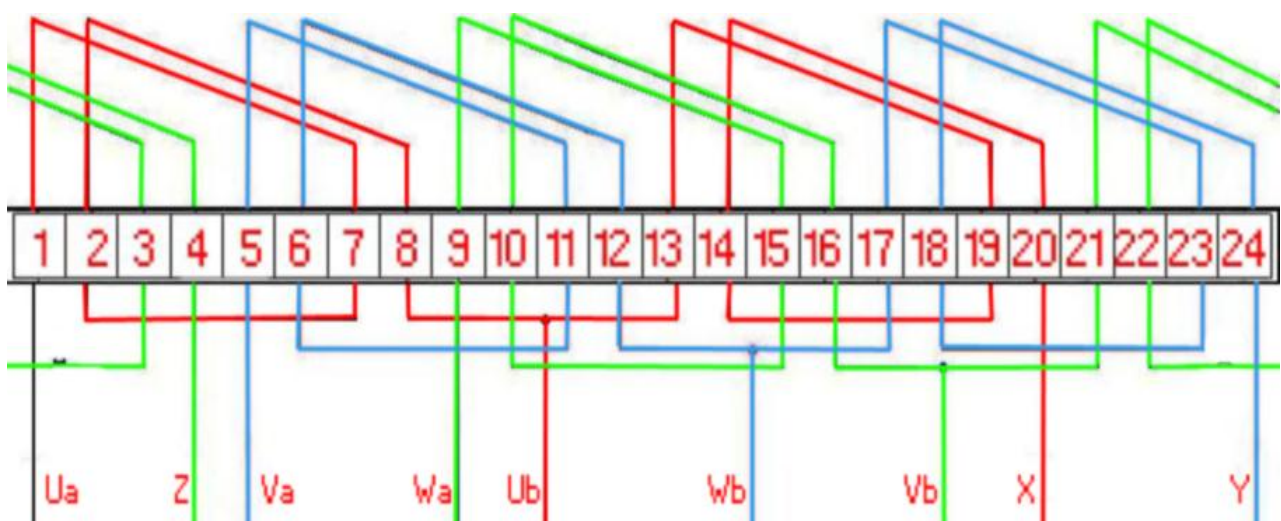
$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 2}{24} = 30^\circ$$

$$R \rightarrow 1$$

$$S \rightarrow 1 + \frac{120}{30} = 5$$

$$T \rightarrow 1 + \frac{240}{30} = 9$$

R				T				S															
U → 1	2	3	4 → Z	V → 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 → X	21	22	23	24 → Y



مثال (۱) مطلوبست دیاگرام گسترده یک موتور ۳۶ شیار ۳ فاز بصورت  $2P_1 = 4$  و  $2P_2 = 8$ :

$$Z = 36 \quad 2P_1 = 4 \quad 2P_2 = 8 \quad m = 3$$

$$q = \frac{Z}{2P_1 \cdot m} = \frac{Z}{P_2 \cdot m} = \frac{36}{4 \times 3} = 3$$

$$Y_Z = \frac{m}{2} q = \frac{3}{2} \times 3 = 4.5 = 5 \text{ به } 6$$

$$\text{تعداد کلاف ها} \quad 2P_1 \cdot m = P_2 \cdot m = 4 \times 3 = 12$$

$$\alpha_{ez} = \frac{360P}{Z} = \frac{360 \times 2}{36} = 20^\circ$$

$$R \rightarrow 1$$

$$S \rightarrow 1 + \frac{120}{20} = 7$$

$$T \rightarrow 1 + \frac{240}{20} = 13$$

R						T						S					
1	6	2	7	3	8	4	9	5	10	6	11	7	12	8	13	9	14
10	15	11	16	12	17	13	18	14	19	15	20	16	21	17	22	18	23
19	24	20	25	21	26	22	27	23	28	24	29	25	30	26	31	27	32
28	33	34	1	35	2	36	3	1	4	2	5	34	3	35	4	36	5

