

۱۶- بازوی شماره ۳ را به شیار شماره ۳ برگردانید. به این ترتیب، تمام کلاف‌ها در شیارهای مربوطه مستقر می‌شوند (شکل ۲-۳۹).



(الف)

شکل (۲-۳۹-الف) بازوی شماره ۳ را قبل از برگرداندن آن به شیار ۳ نشان می‌دهد.



(ب)

شکل (۲-۳۹-ب) بازوی شماره ۳ را پس از قرار گرفتن آن در شیار شماره ۳ نشان می‌دهد.

شکل ۲-۳۹- برگرداندن بازوی شماره ۳ به شیار شماره ۳ و گذاشتن کامل کلاف‌ها در داخل شیارها

با توجه به دستورهای ارائه شده در کارهای عملی شماره ۱ و ۲، کارهای عملی شماره ۳ تا ۶ را انجام دهید. توصیه می‌شود ابتدا اطلاعات کلی سیم‌بندی را در هر مورد به دست آورید. سپس اقدام به کلاف‌گذاری در داخل شیارها کنید. مثلاً:

محاسبات لازم را انجام دهید.

– نقشه موتور را تهیه کنید.

– با توجه به گام کلاف، قالب مناسب تهیه کنید.

– پس از تأیید اطلاعات توسط مربی کارگاه، تعداد

کلاف‌های مورد نیاز را آماده کنید.

– شیارهای استاتور را از نظر عایق‌بندی کنترل کنید و در

صورت تشخیص عایق نامناسب، آن را با عایق خوب تعویض کنید.

– با حوصله‌ی زیاد کلاف‌ها را در داخل شیارها قرار

دهید.

۳-۲-۳ کار عملی شماره ۳

زمان: ۲۴ ساعت

موضوع: سیم‌بندی موتور ۳۶ شیار سه فاز ۴ قطب با

سیم‌بندی کلاف متحدالمرکز به‌ازای جفت قطب.

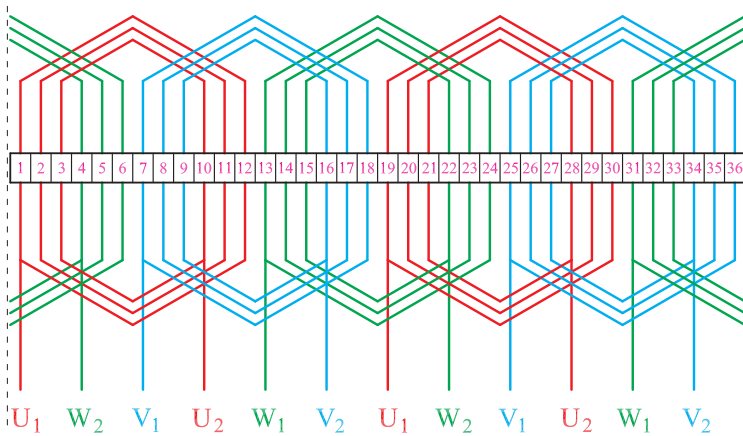
مراحل انجام کار

۱- شکل ۲-۴۰ را در نظر بگیرید. ۶ گروه کلاف سه‌تایی

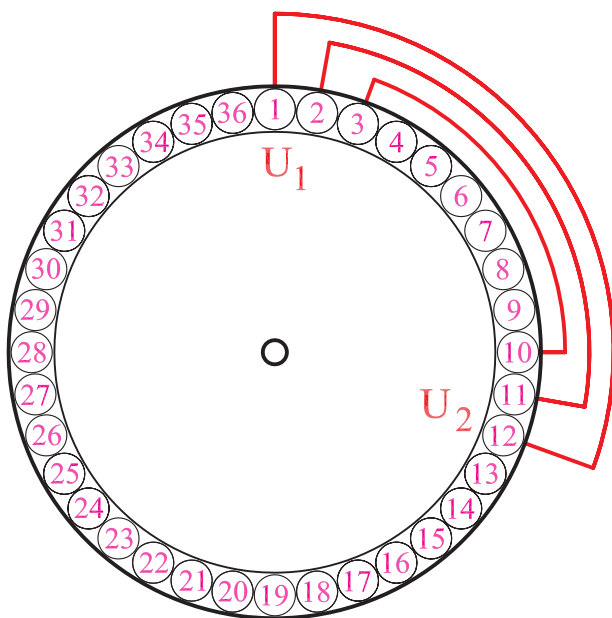
متحدالمرکز تهیه کنید و با توجه به شکل ۲-۴۱ کلاف‌ها را مطابق

شکل‌های داده شده، ابتدا کلاف کوچک و بعد کلاف متوسط و

سپس کلاف بزرگ را در شیارها قرار دهید (شکل ۲-۴۱).

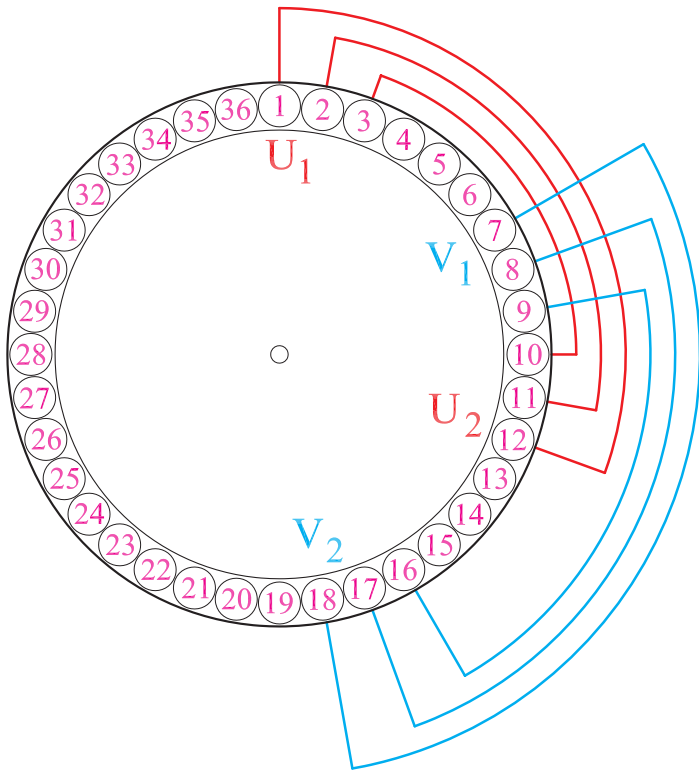


شکل ۲-۴۰



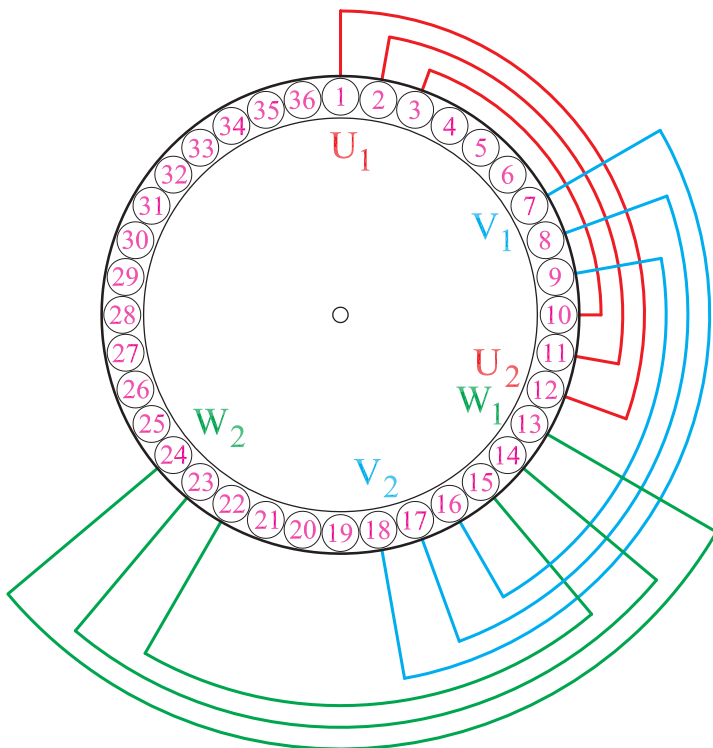
شکل ۲-۴۱- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۱ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحدالمرکز

۲- سه شیار خالی را رها کنید و گروه کلاف دوم را در داخل شیارها قرار دهید و گروه کلاف دوم را در شیارهای ۹-۱۶، ۸-۱۷ و ۷-۱۸ قرار دهید (شکل ۲-۴۲).



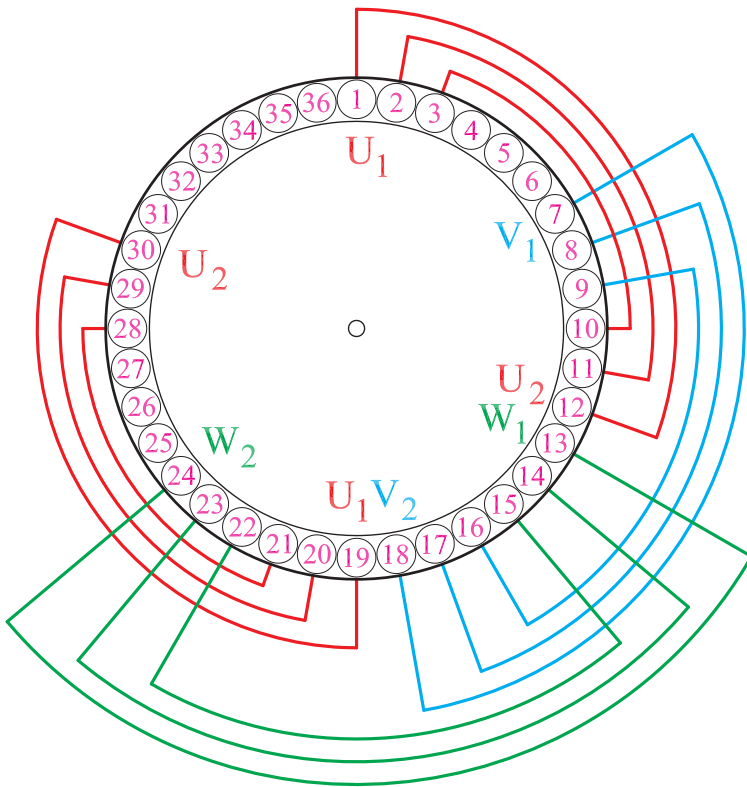
شکل ۲-۴۲- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۲ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحدالمرکز

۳- گروه کلاف شماره ۳ را در شیارهای ۱۴-۲۳، ۱۳-۲۴ و ۱۳-۲۴ قرار دهید (شکل ۲-۴۳).



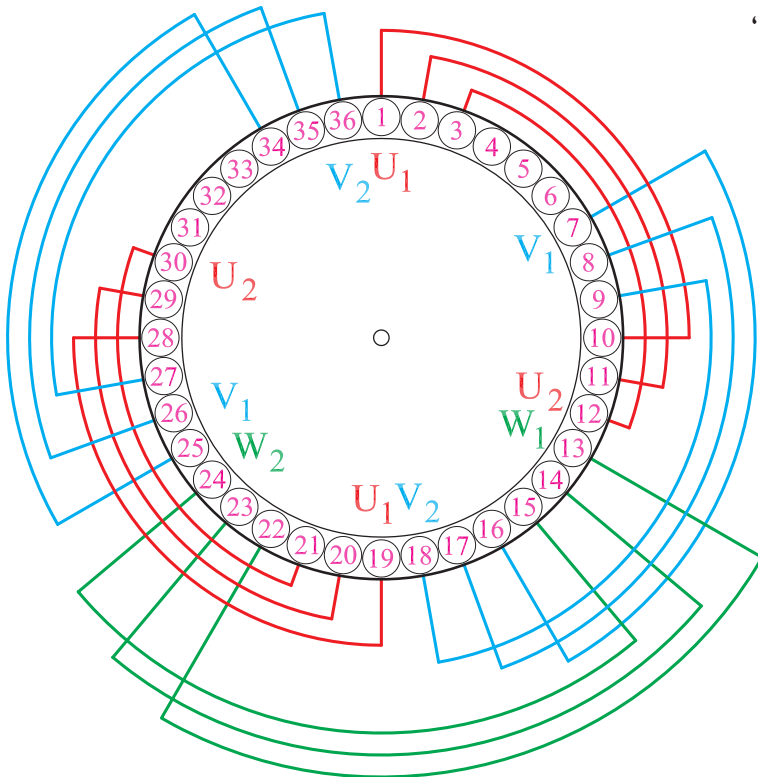
شکل ۲-۴۳- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۳ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحدالمرکز

۴- گروه کلاف شماره ۴ را در شیارهای ۲۱-۲۸، ۲۰-۲۹ و ۱۹-۳۰ قرار دهید (شکل ۲-۴۴).



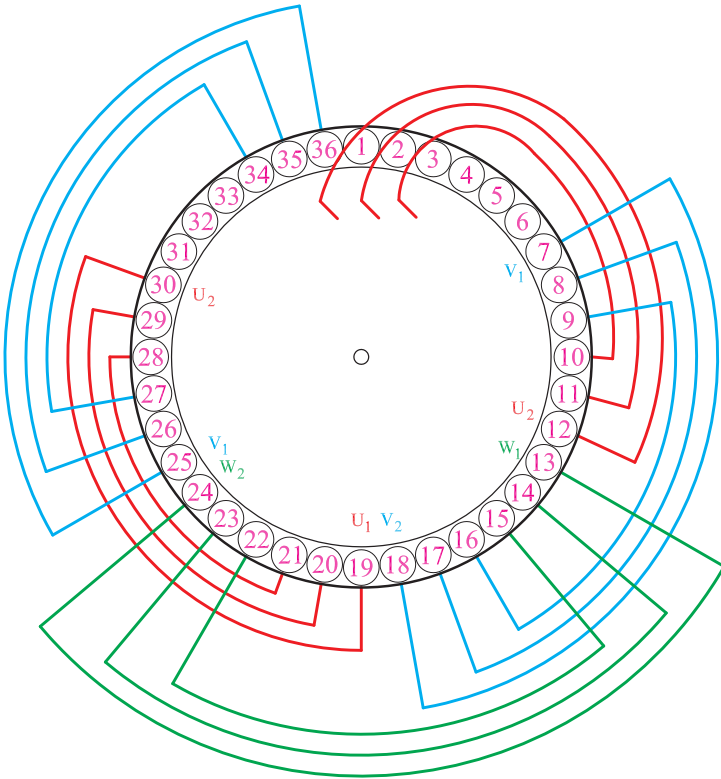
شکل ۲-۴۴- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۴ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحد‌المرکز

۵- گروه کلاف شماره ۵ را در شیارهای ۲۷-۳۴، ۲۵-۳۶ و ۲۶-۳۵ قرار دهید (شکل ۲-۴۵).



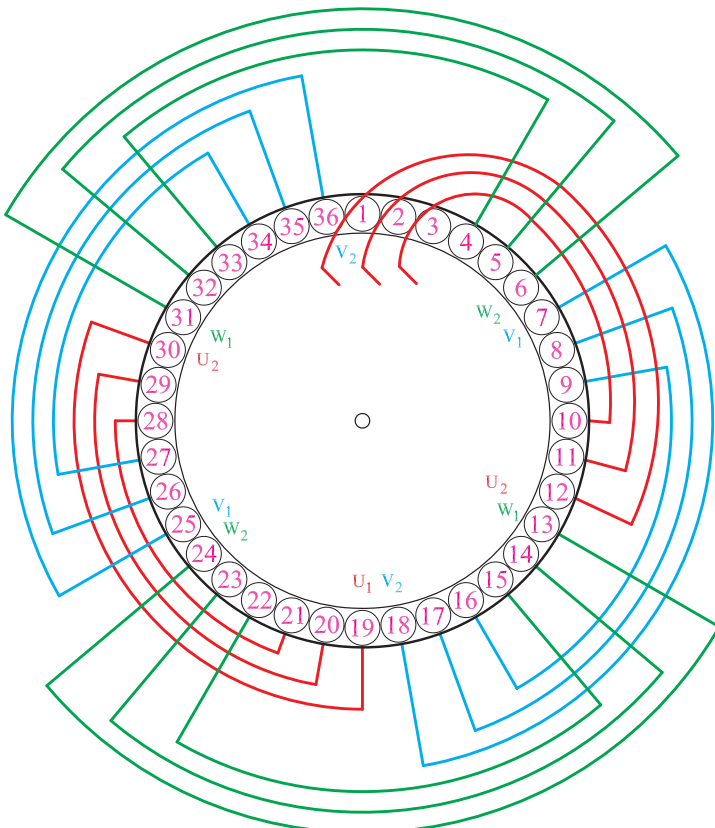
شکل ۲-۴۵- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۵ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحد‌المرکز

۶- بازوهای ۱، ۲ و ۳ از گروه کلاف شماره ۱ را از شیارهای ۳، ۲ و ۱ خارج کنید تا بازوهای زیرین گروه کلاف شماره ۶ در شیارها ۴، ۵ و ۶ قرار گیرند (شکل ۲-۴۶).



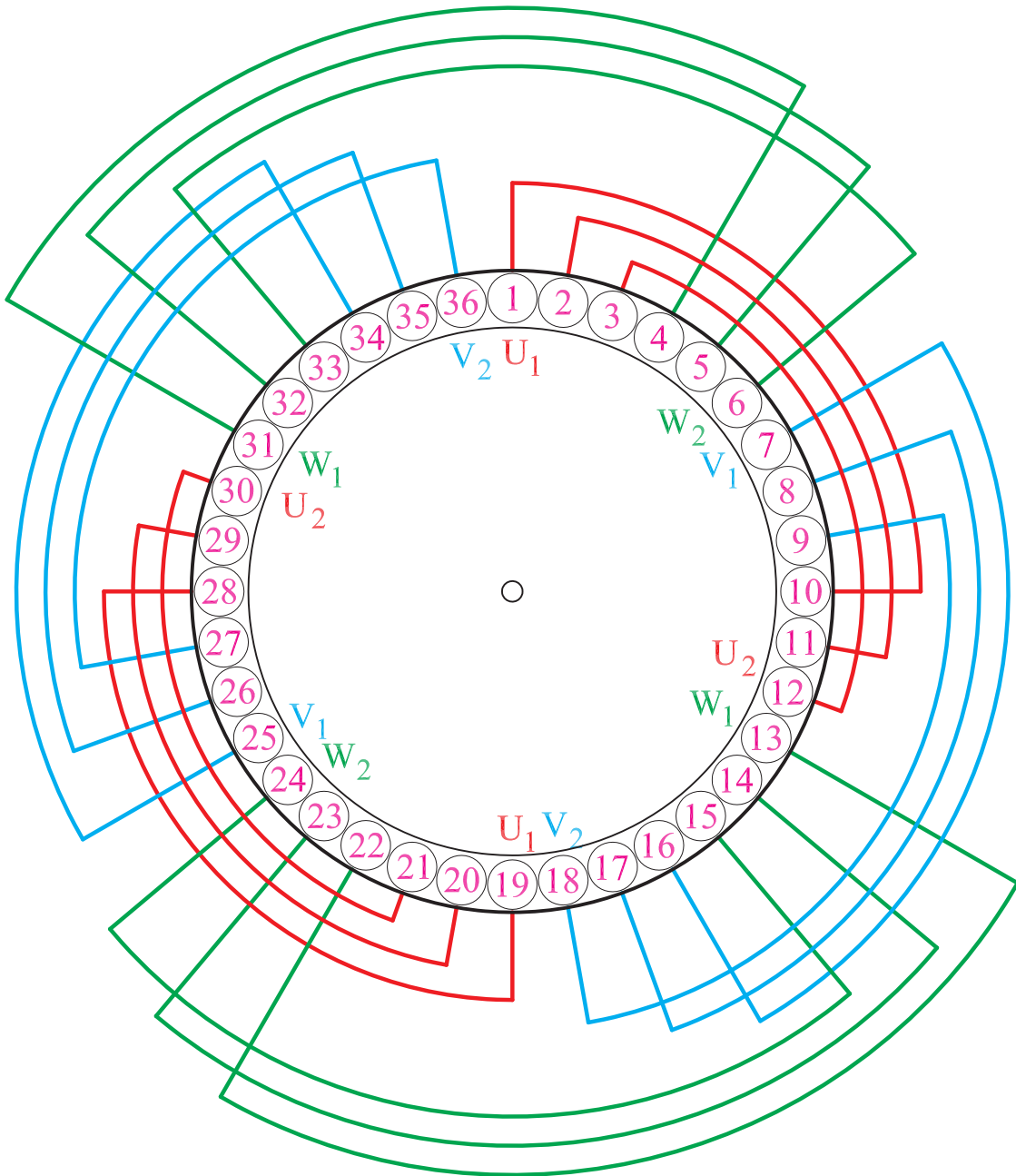
شکل ۲-۴۶- خارج کردن بازوهای گروه کلاف شماره ۱ از شیارهای مربوطه به منظور قرار دادن گروه کلاف شماره ۶

۷- گروه کلاف شماره ۶ را در شیارها ۳۳-۴، ۳۲-۵ و ۳۱-۶ قرار دهید (شکل ۲-۴۷).



شکل ۲-۴۷- قرار دادن کلاف‌های گروه کلاف شماره ۶ در شیارهای استاتور موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی متحد‌المركز

۸- بازوهای ۱، ۲ و ۳ مربوط به گروه کلاف شماره ۱ را  
 به شیارهای ۱، ۲ و ۳ برگردانید (شکل ۲-۴۸).



شکل ۲-۴۸- قرار دادن بازوهای ۱، ۲ و ۳ در شیارهای مربوطه و تکمیل سیم‌بندی

### ۴-۳-۲- کار عملی ۴

زمان: ۲۴ ساعت

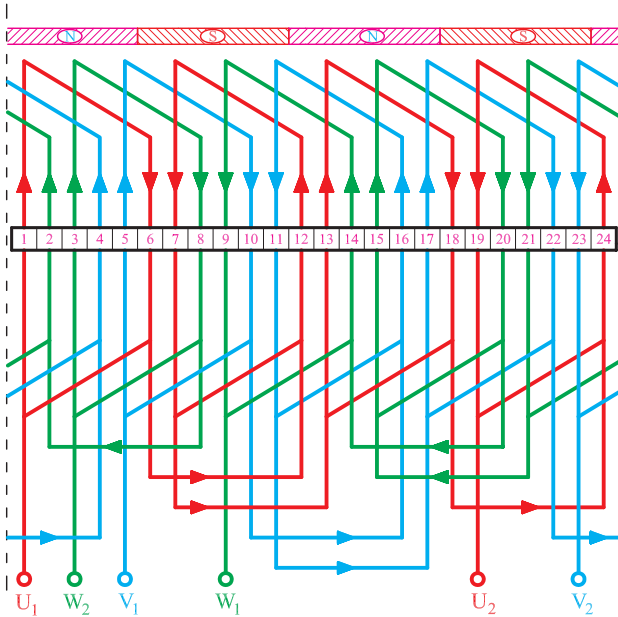
موضوع: سیم‌بندی موتور ۲۴ شیار سه فاز ۴ قطب با

سیم‌بندی به‌ازای قطب.

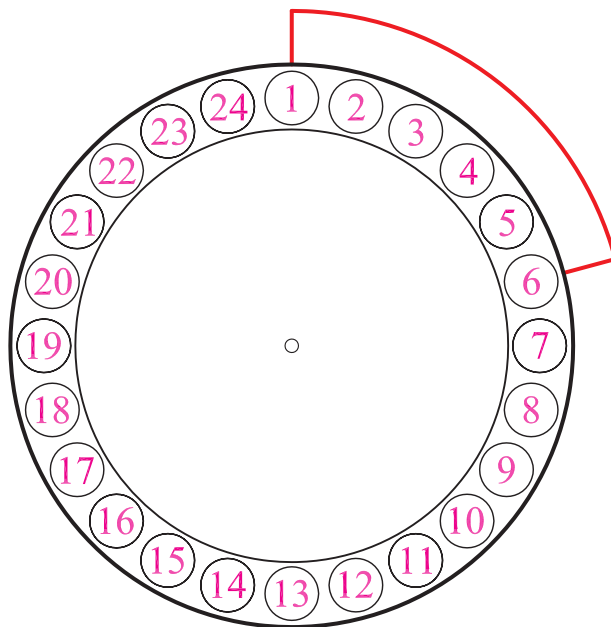
مراحل انجام کار

۱- شکل ۲-۴۹ را در نظر بگیرید و ۱۲ کلاف با گام ۱ به

۶ تهیه کنید.



شکل ۲-۴۹



۲- یک شیار به‌عنوان شیار آغاز سیم‌بندی در نظر بگیرید.

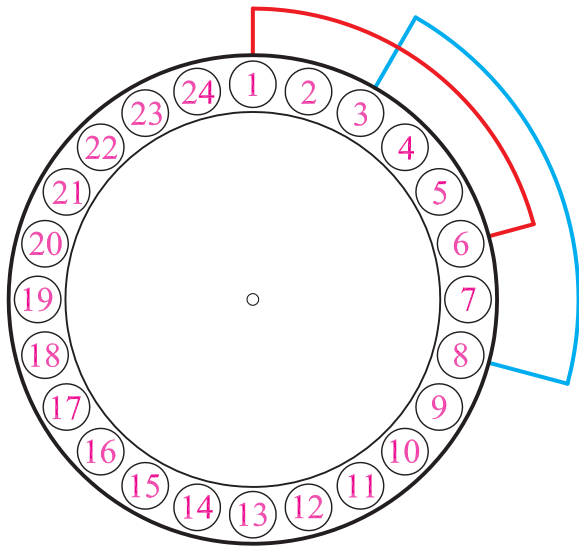
۳- جهت گردش برای سیم‌بندی را در نظر بگیرید.

۴- کلاف شماره ۱ را جاگذاری کنید (شکل ۲-۵۰).

شکل ۲-۵۰- محل قرار گرفتن کلاف شماره یک در شیارهای استاتور

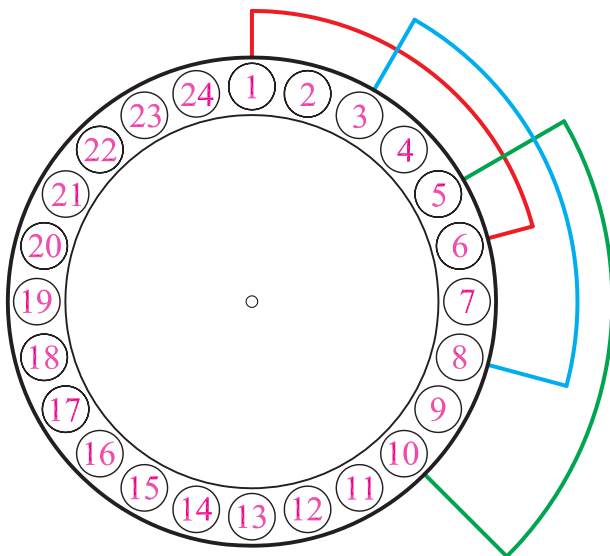
موتور ۲۴ شیار ۴ قطب در سیم‌بندی به‌ازای قطب

۵- شیار شماره ۲ را رها کنید و کلاف دوم را در شیارهای ۳ و ۸ قرار دهید (شکل ۲-۵۱).



شکل ۲-۵۱- محل قرار گرفتن سومین کلاف، در شیارهای استاتور موتور  
۲۴ شیار ۴ قطب در سیم بندی به ازای قطب

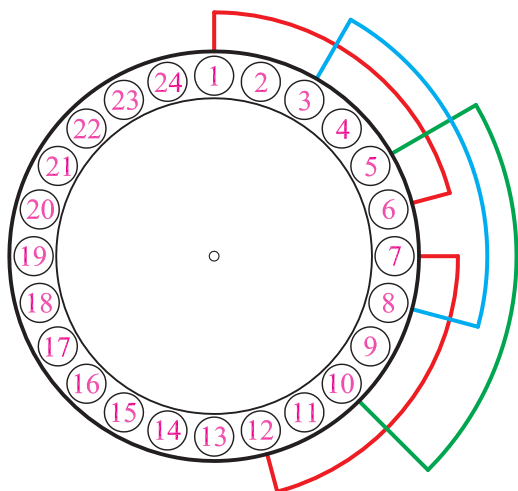
۶- شیار شماره ۴ را رها کنید و کلاف سوم را در شیارهای ۵ و ۱۰ قرار دهید (شکل ۲-۵۲).



شکل ۲-۵۲- محل قرار گرفتن دومین کلاف، در شیارهای استاتور موتور  
۲۴ شیار ۴ قطب در سیم بندی به ازای قطب

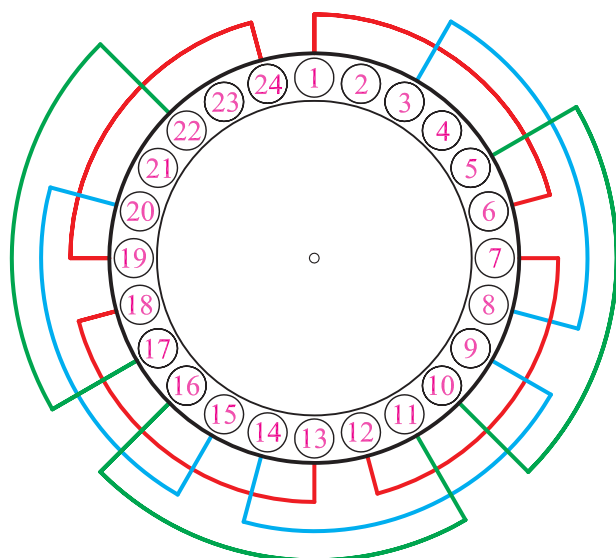


۷- به همین ترتیب، کلاف‌های چهار تا نهم را در شیارهای ۱۲-۷، ۱۴-۹، ۱۶-۱۱، ۱۸-۱۳، ۲۰-۱۵ و ۲۲-۱۷ قرار دهید (شکل‌های ۵۳ و ۲-۵۴).



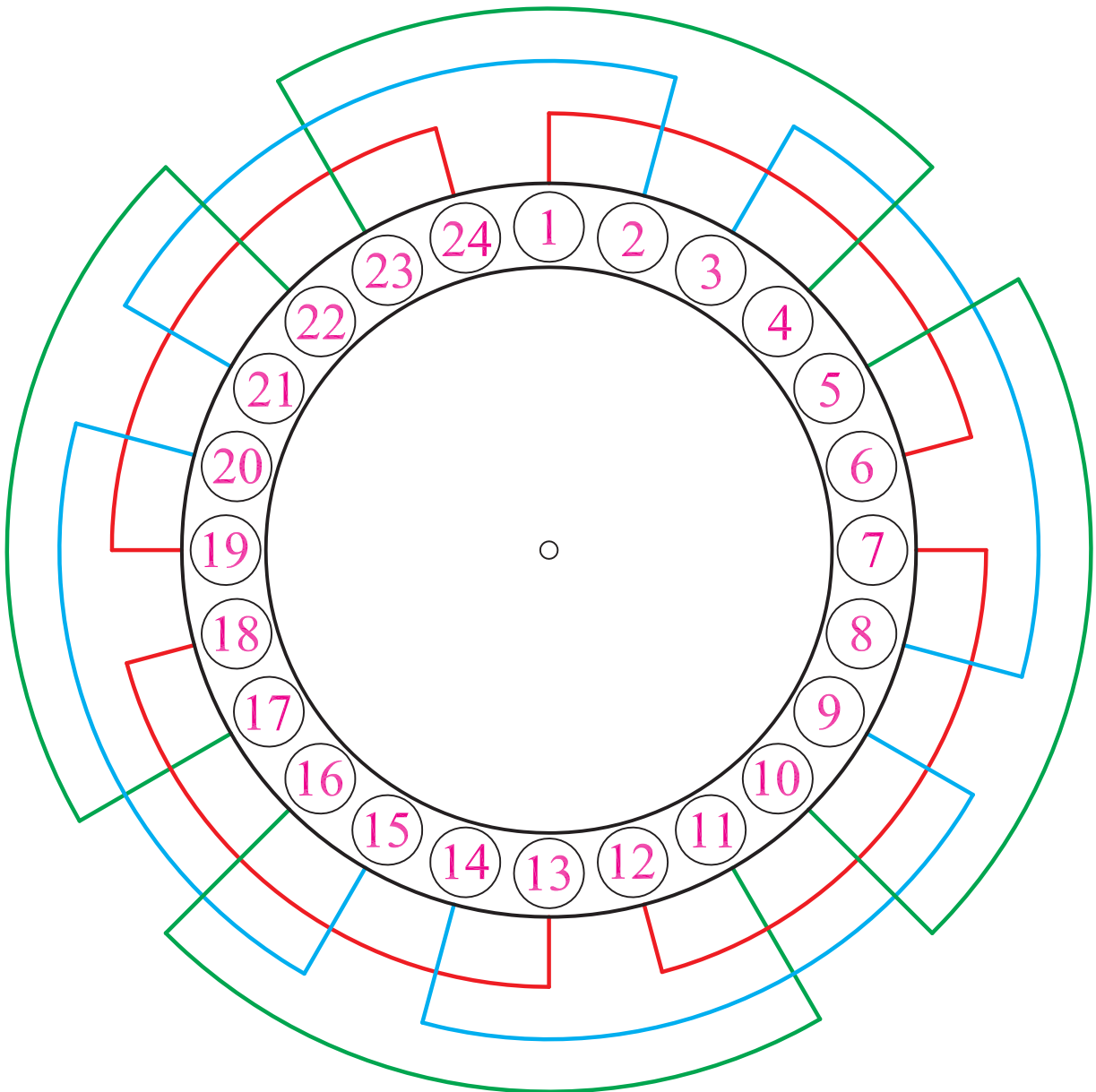
شکل ۲-۵۳- محل قرار گرفتن چهارمین کلاف، در شیارهای استاتور موتور ۲۴ شیار ۴ قطب در سیم‌بندی به‌ازای قطب

۸- کلاف دهم را مطابق شکل ۲-۵۴ در شیارهای ۲۴-۱۹ قرار دهید.

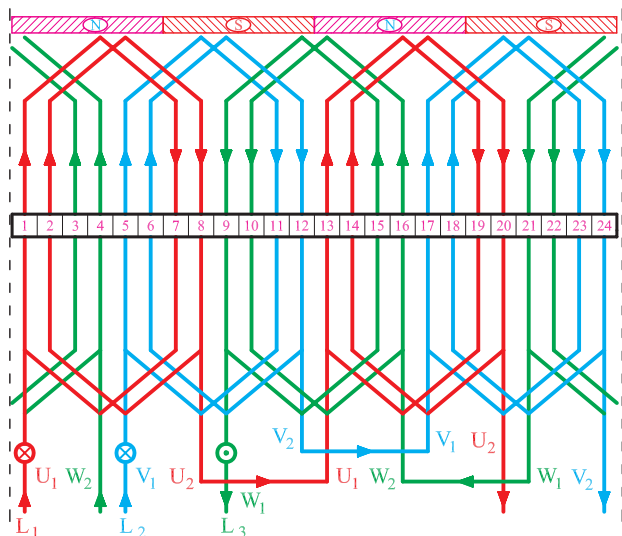


شکل ۲-۵۴- محل قرار گرفتن دهمین کلاف، در شیارهای استاتور موتور ۲۴ شیار ۴ قطب در سیم‌بندی به‌ازای قطب

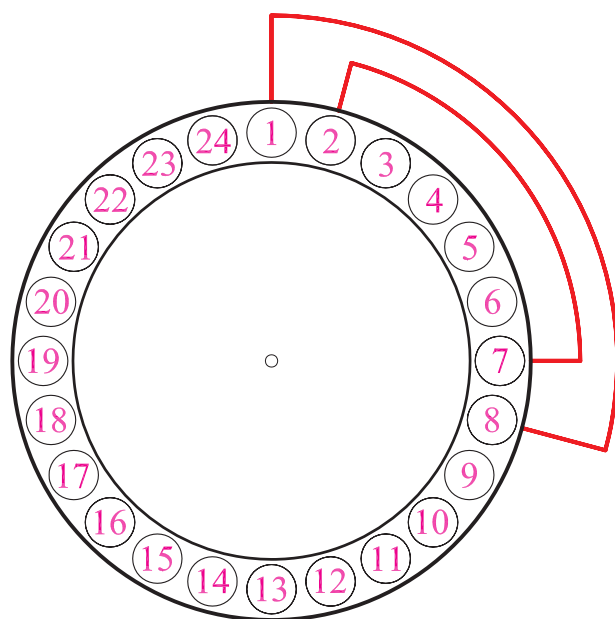
۹- بازوهای موجود در شیارهای ۱ و ۳ را از شیارهای مربوطه خارج کنید. کلاف‌های ۱۱ و ۱۲ را در جای خود قرار دهید و بازوهای خارج شده از شیارهای ۱ و ۳ را به جایگاه خود برگردانید (شکل ۲-۵۵).



شکل ۲-۵۵- بازوهای ۱ و ۳ را به جای اصلی برگردانده و کلاف گذاری در داخل شیارها کامل می شود.



شکل ۲-۵۶



شکل ۲-۵۷- محل قرار گرفتن گروه کلاف اول در شیارهای استاتور ۲۴ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی متحدالمرکز به ازای جفت قطب

## ۵-۳-۲- کار عملی ۵

زمان: ۲۴ ساعت

موضوع: سیم‌بندی موتور ۲۴ شیار سه فاز ۴ قطب با سیم‌بندی کلاف متحدالمرکز به ازای جفت قطب.

مراحل انجام کار

۱- شکل ۲-۵۶ را در نظر بگیرید و ۶ گروه کلاف با گام‌های

۱ به ۸ و ۲ به ۷ تهیه کنید.

۲- شیار ۱ را به عنوان شیار آغاز سیم‌بندی در نظر بگیرید.

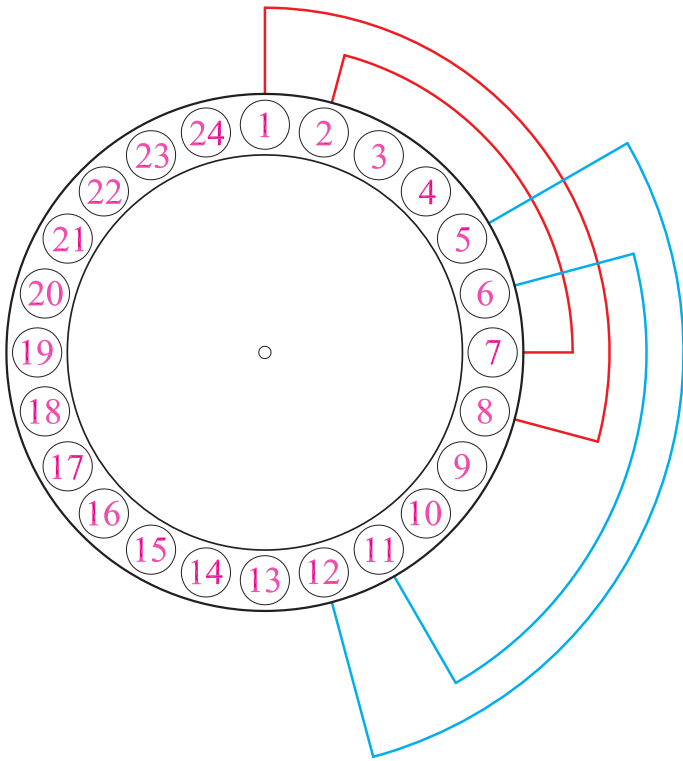
۳- جهت گردش برای سیم‌بندی را در نظر بگیرید.

۴- گروه کلاف شماره ۱ را جاگذاری کنید. ابتدا کلاف ۲

به ۷ سپس کلاف ۱ به ۸ را در شیارهای استاتور قرار دهید

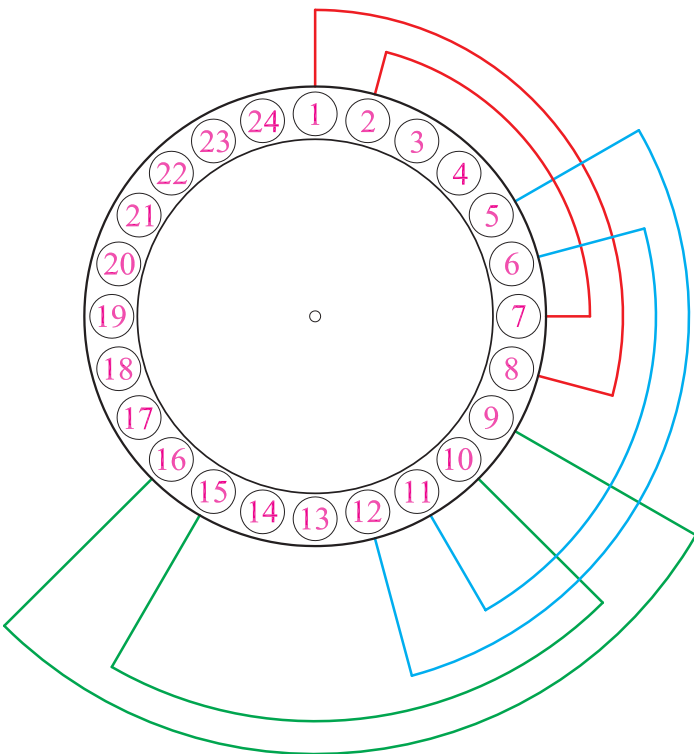
(شکل ۲-۵۷).

۵- شیارهای ۳ و ۴ را رها کنید و گروه کلاف شماره ۲ را در شیارهای ۵-۶ و ۱۱-۱۲ قرار دهید (شکل ۲-۵۸).



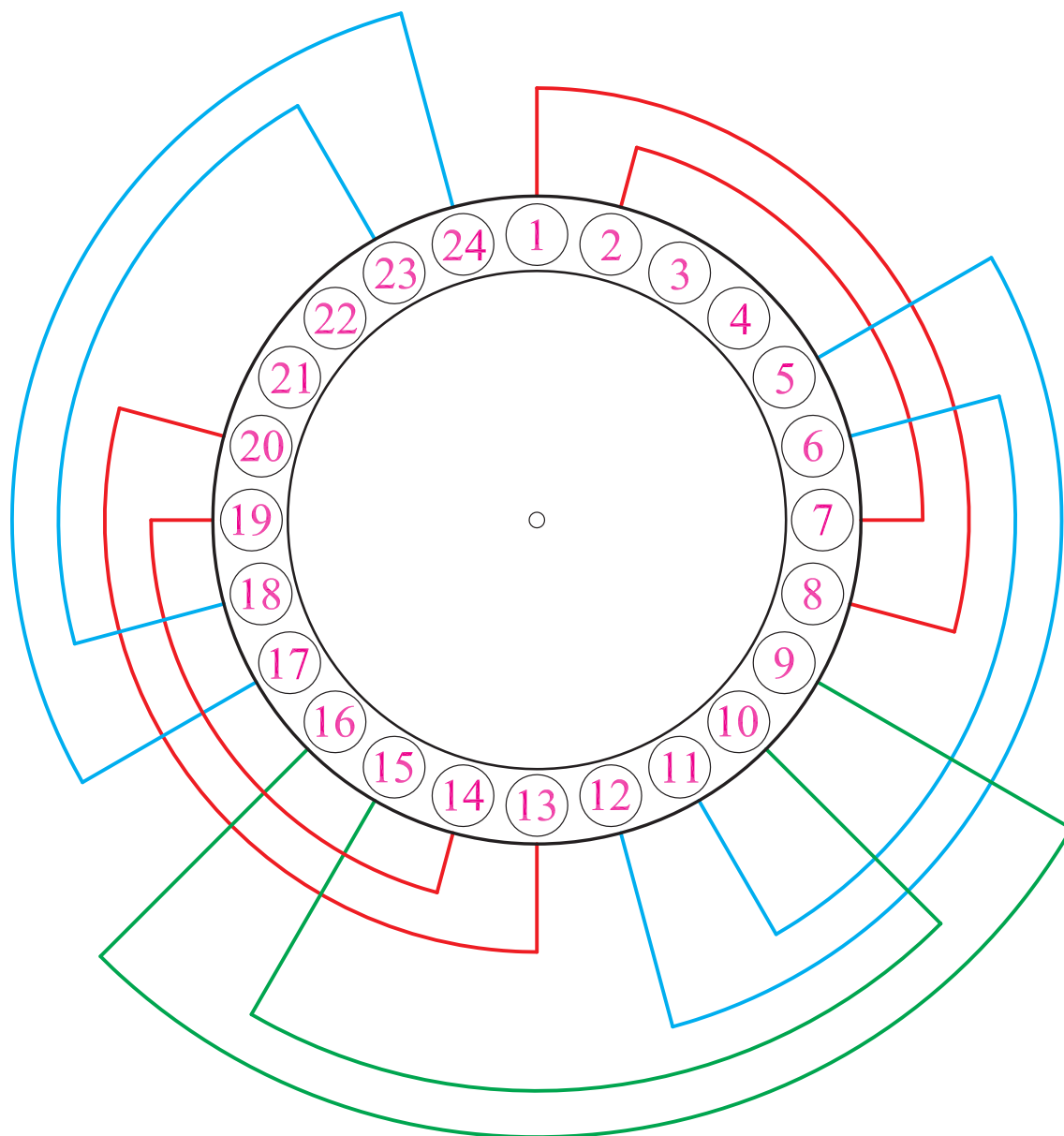
شکل ۲-۵۸- محل قرار گرفتن گروه کلاف دوم در شیارهای استاتور ۲۴ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی متحد‌المركز به‌ازای جفت قطب

۶- گروه کلاف شماره ۳ را در شیارهای ۹-۱۰ و ۱۵-۱۶ قرار دهید (شکل ۲-۵۹).



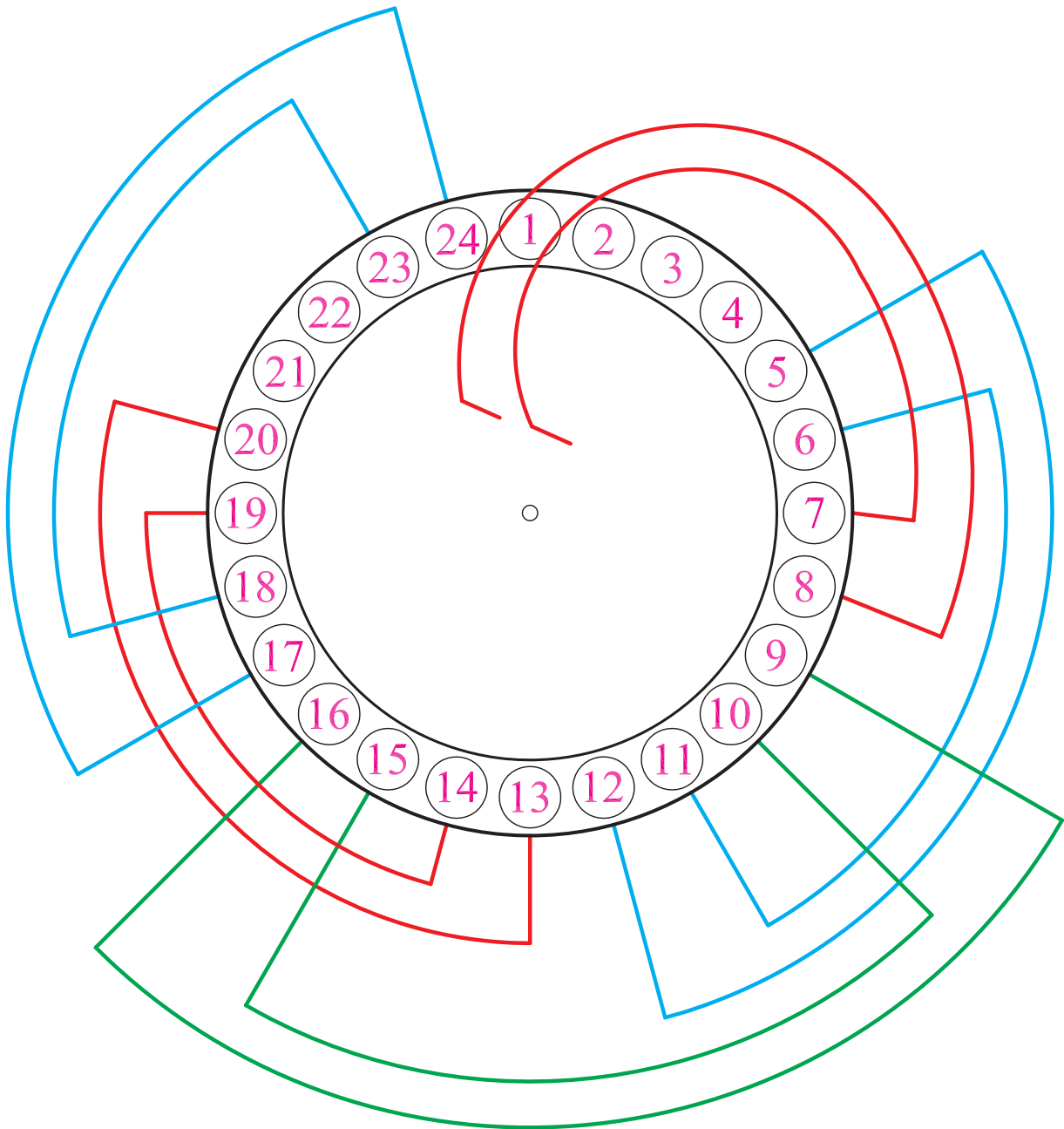
شکل ۲-۵۹- محل قرار گرفتن گروه کلاف سوم در شیارهای استاتور ۲۴ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی متحد‌المركز به‌ازای جفت قطب

۷- گروه کلاف شماره ۴ را در شیارهای ۱۳-۱۴ و  
 ۱۹-۲۰ و گروه کلاف شماره ۵ را در شیارهای ۱۷-۱۸ و ۲۳-۲۴  
 قرار دهید (شکل ۲-۶۰).



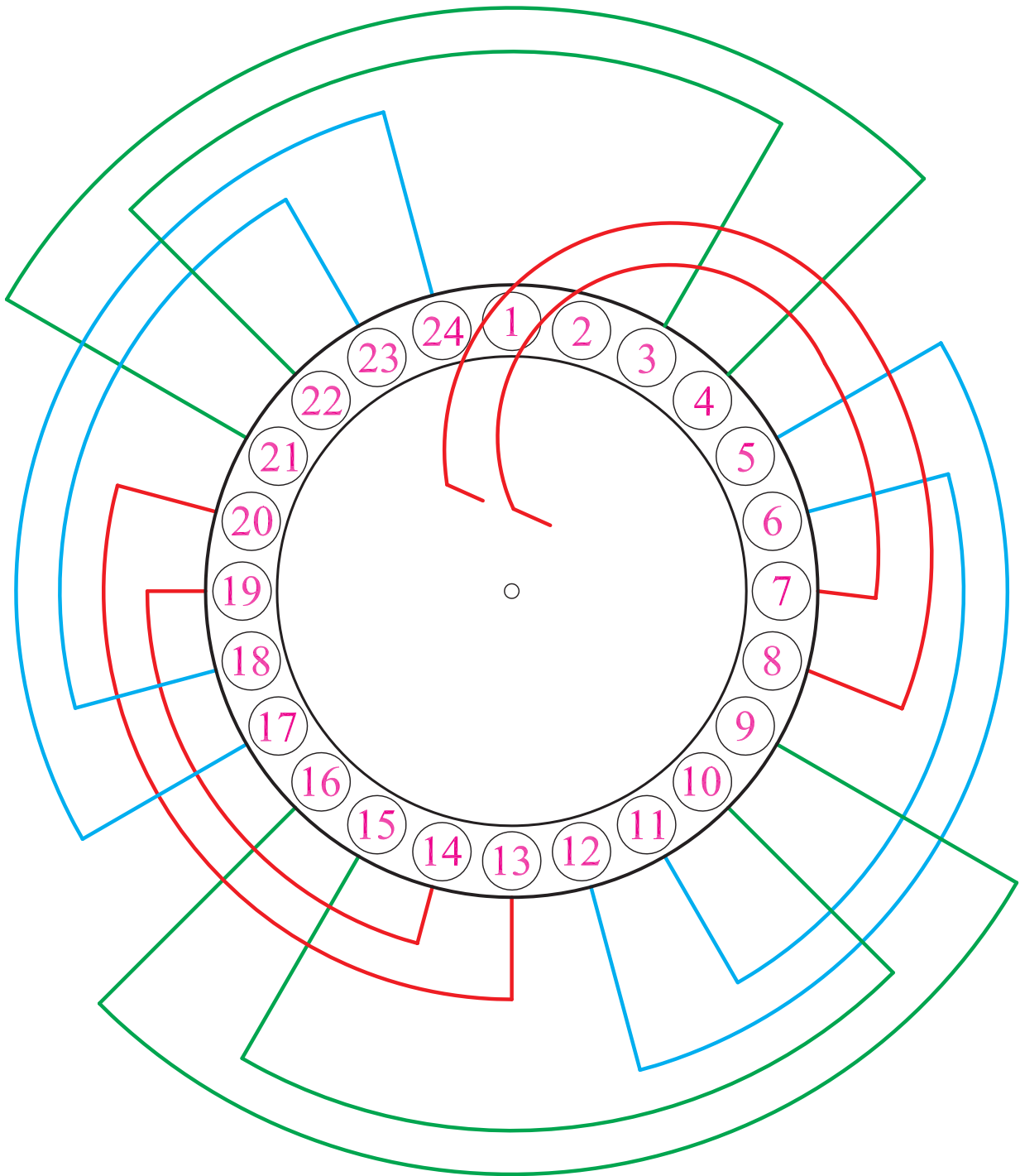
شکل ۲-۶۰- محل قرار گرفتن گروه کلاف پنجم در شیارهای استاتور ۲۴ شیار ۴ قطب با سیم بندی متحدالمرکز به ازای جفت قطب

۸- بازوهای ۱ و ۲ از گروه کلاف شماره ۱ را از شیارهای ۱ و ۲ خارج کنید. تا بتوانید بازوهای برگشتی گروه کلاف ششم را که زیر بازوی شروع اول قرار می‌گیرند، جاگذاری کنید (شکل ۶۱-۲).



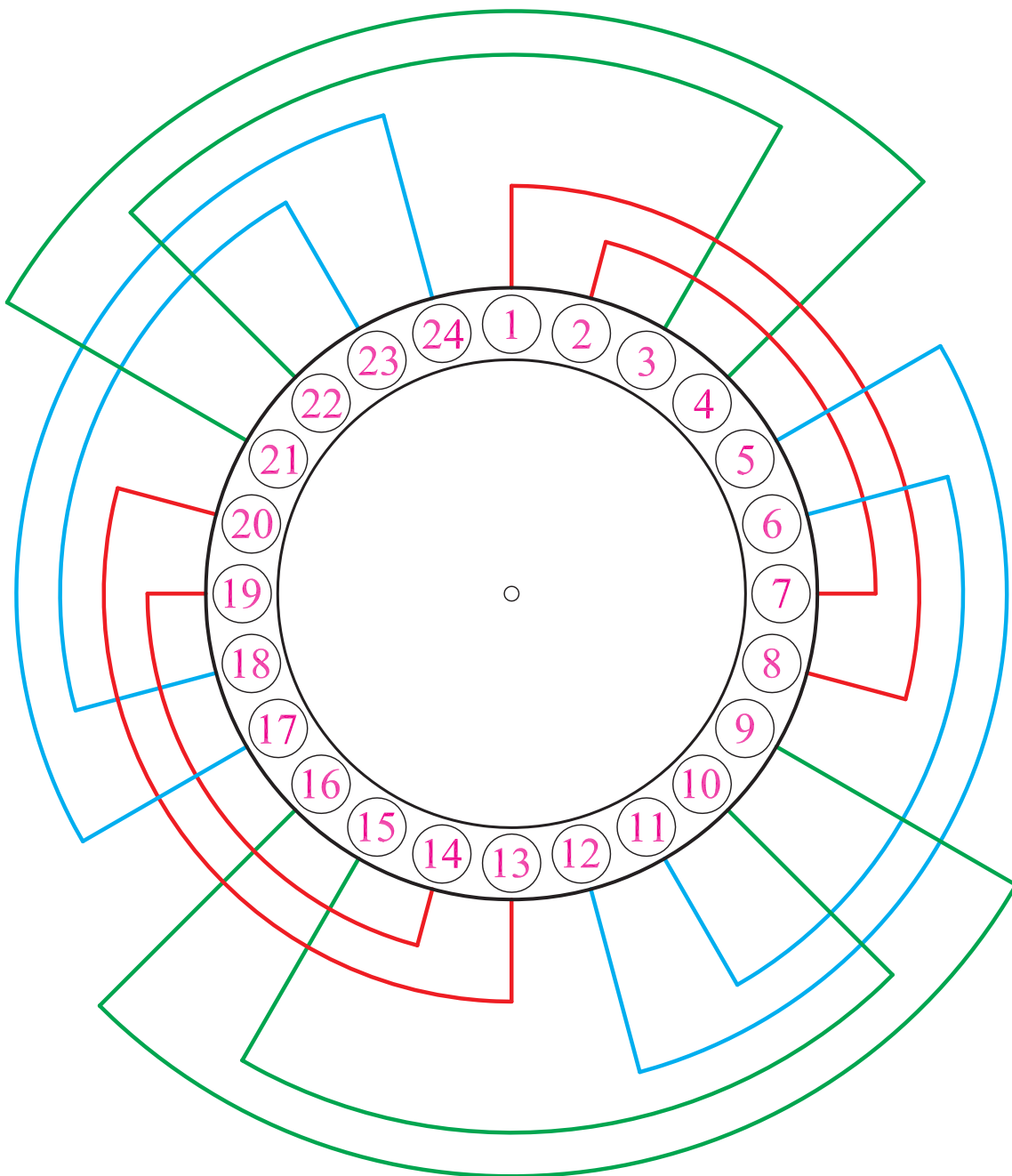
شکل ۶۱-۲- خارج کردن بازوهای ۱ و ۲ از شیارهای ۱ و ۲ به منظور قرار دادن بازوهای گروه کلاف شماره ۶

۹- گروه کلاف شماره ۶ را در شیارهای ۲۱-۲۲ و ۳-۴ قرار دهید (شکل ۶۲-۲).



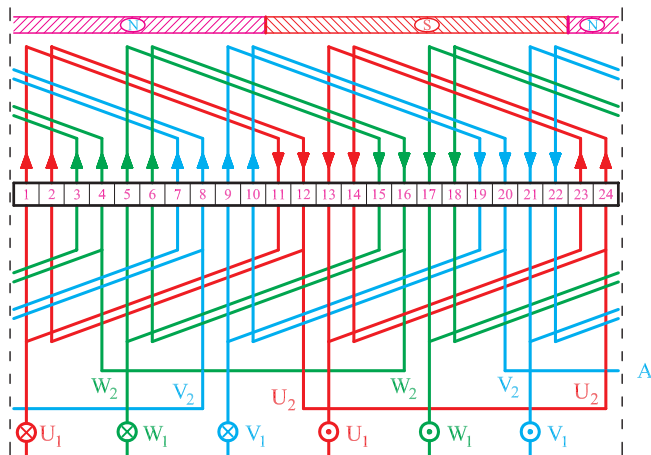
شکل ۶۲-۲- محل قرار گرفتن گروه کلاف ششم در شیارهای استاتور ۲۴ شیار ۴ قطب با سیم بندی متحدالمرکز به ازای جفت قطب

۱۰- بازوهای ۱ و ۲ گروه کلاف شماره ۱ را به جای اصلی برگردانید (شکل ۶۳-۲).



شکل ۶۳-۲- برگردانیدن بازوهای ۱ و ۲ به شیارهای مربوطه و تکمیل کلاف گذاری در شیارهای استاتور





شکل ۲-۶۴

### ۶-۳-۲- کار عملی ۶

زمان: ۲۴ ساعت

موضوع: سیم‌بندی موتور ۲۴ شیار سه فاز ۲ قطب با

سیم‌بندی به‌ازای قطب.

مراحل انجام کار

۱- شکل ۲-۶۴ را در نظر بگیرید و ۶ گروه کلاف با گام

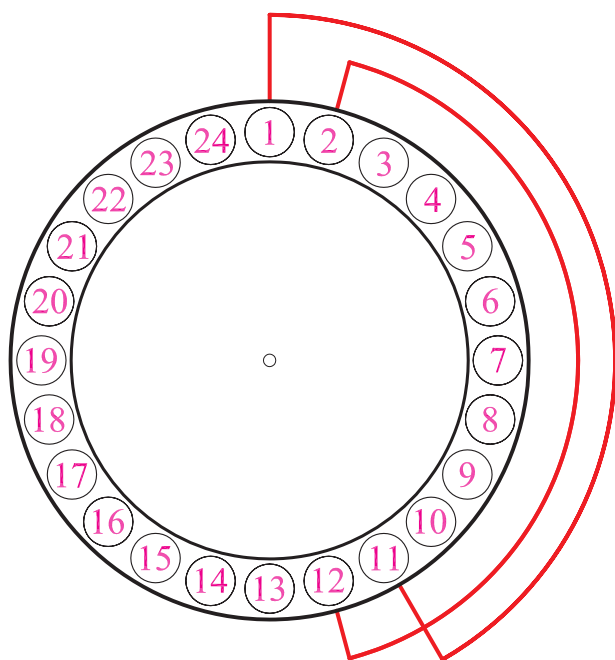
مساوی ۱ به ۱۱ تهیه کنید.

۲- شیار ۱ را به‌عنوان شیار آغاز سیم‌بندی در نظر بگیرید.

۳- جهت گردش برای سیم‌بندی را در نظر بگیرید.

۴- بازوهای گروه کلاف شماره ۱-۲ و ۱۱-۱۲ را

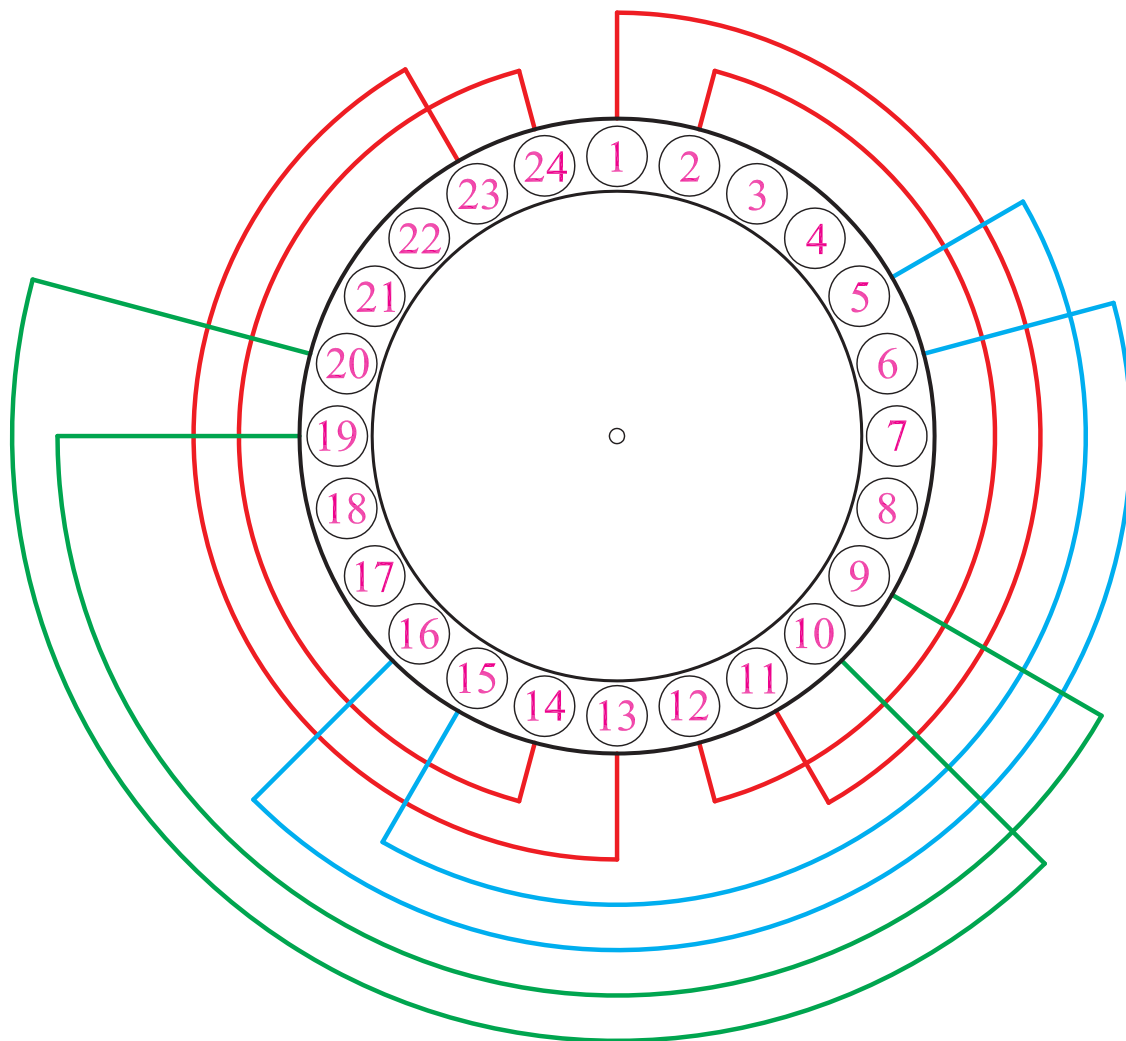
جاگذاری کنید (شکل ۲-۶۵).



شکل ۲-۶۵- محل قرار دادن گروه کلاف شماره یک در سیم‌بندی موتور

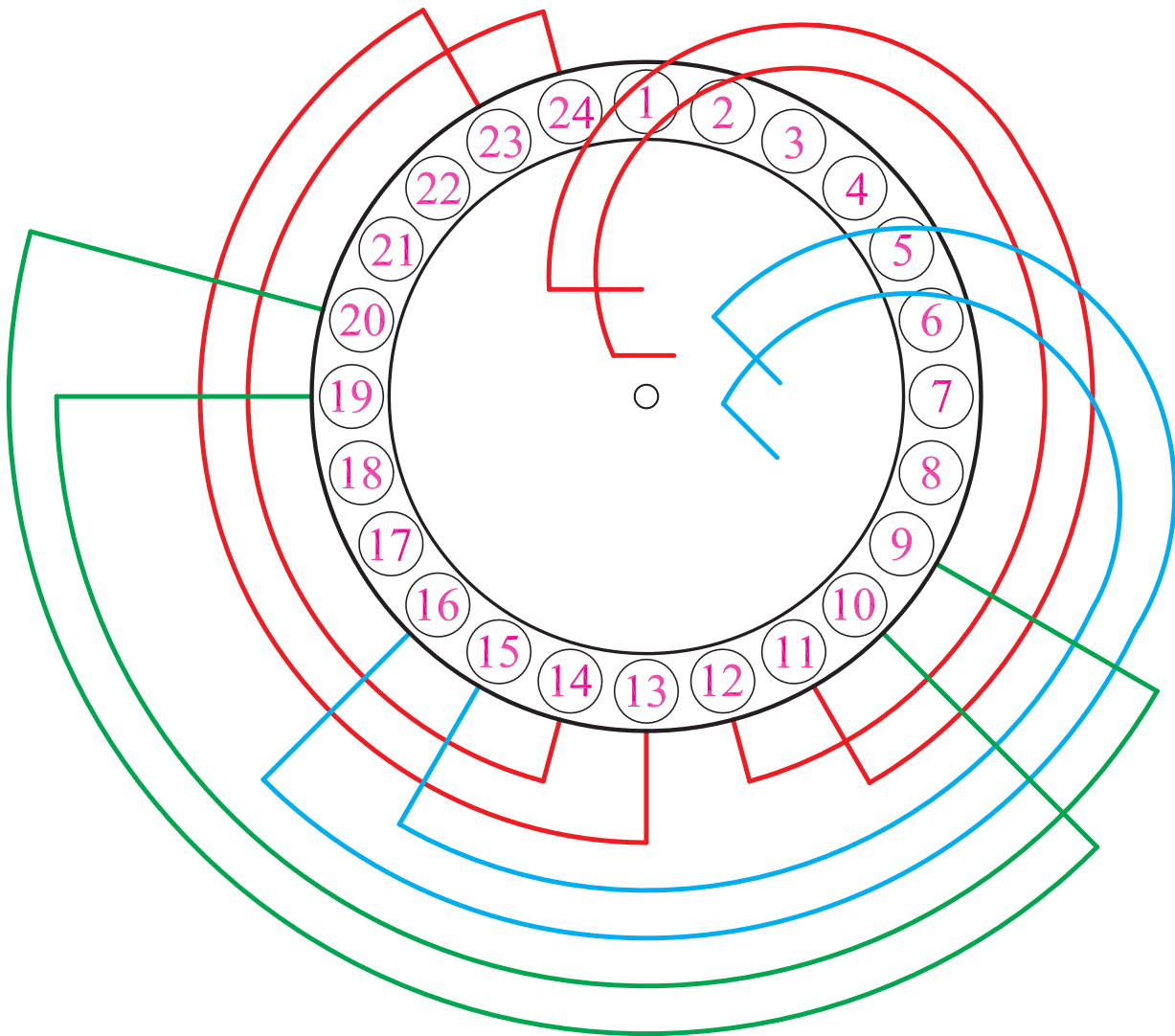
سه فاز ۲ قطب ۲۴ شیار با سیم‌بندی به‌ازای قطب

۵- شیارهای ۳ و ۴ را رها کنید و گروه کلاف دوم را در شیارهای ۵-۶ و ۱۵-۱۶ قرار دهید. به همین ترتیب، شیارهای ۷ و ۸ را رها کنید و گروه کلاف سوم را در شیارهای ۹-۱۰ و ۱۹-۲۰ قرار دهید. سپس گروه کلاف چهارم را در شیارهای ۱۳-۱۴ و ۲۳-۲۴ قرار دهید (شکل ۲-۶۶).



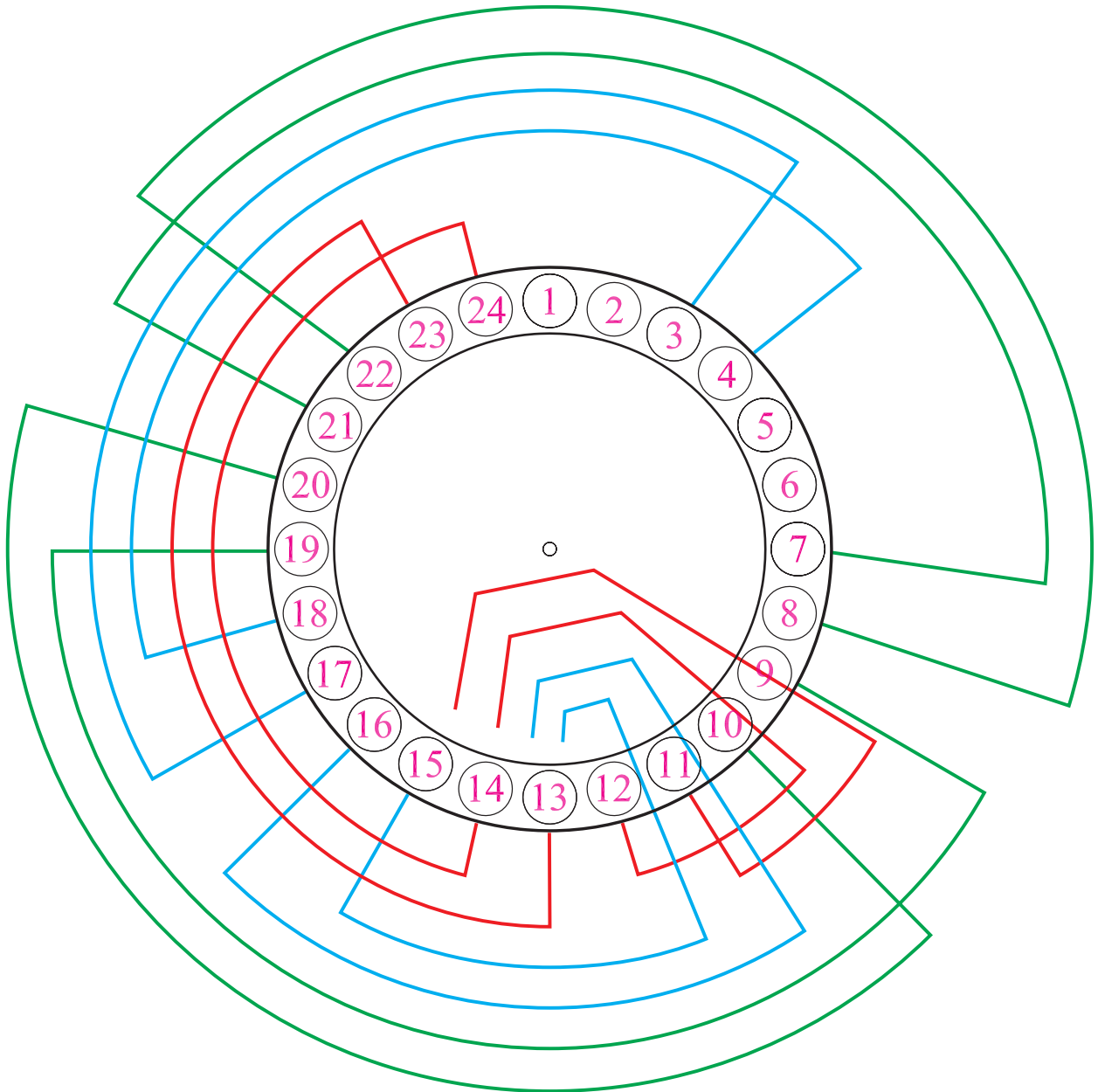
شکل ۲-۶۶- محل قرار دادن گروه کلاف شماره چهار در سیم بندی موتور سه فاز ۲ قطب ۲۴ شیار با سیم بندی به ازای قطب

۶- بازوهای ۱ و ۲ و ۵ و ۶ را خارج کنید تا بتوانید بازوهای برگشتی گروه کلاف‌های شماره ۵ و ۶ را در شیارهای مربوطه قرار دهید (شکل ۶۷-۲).



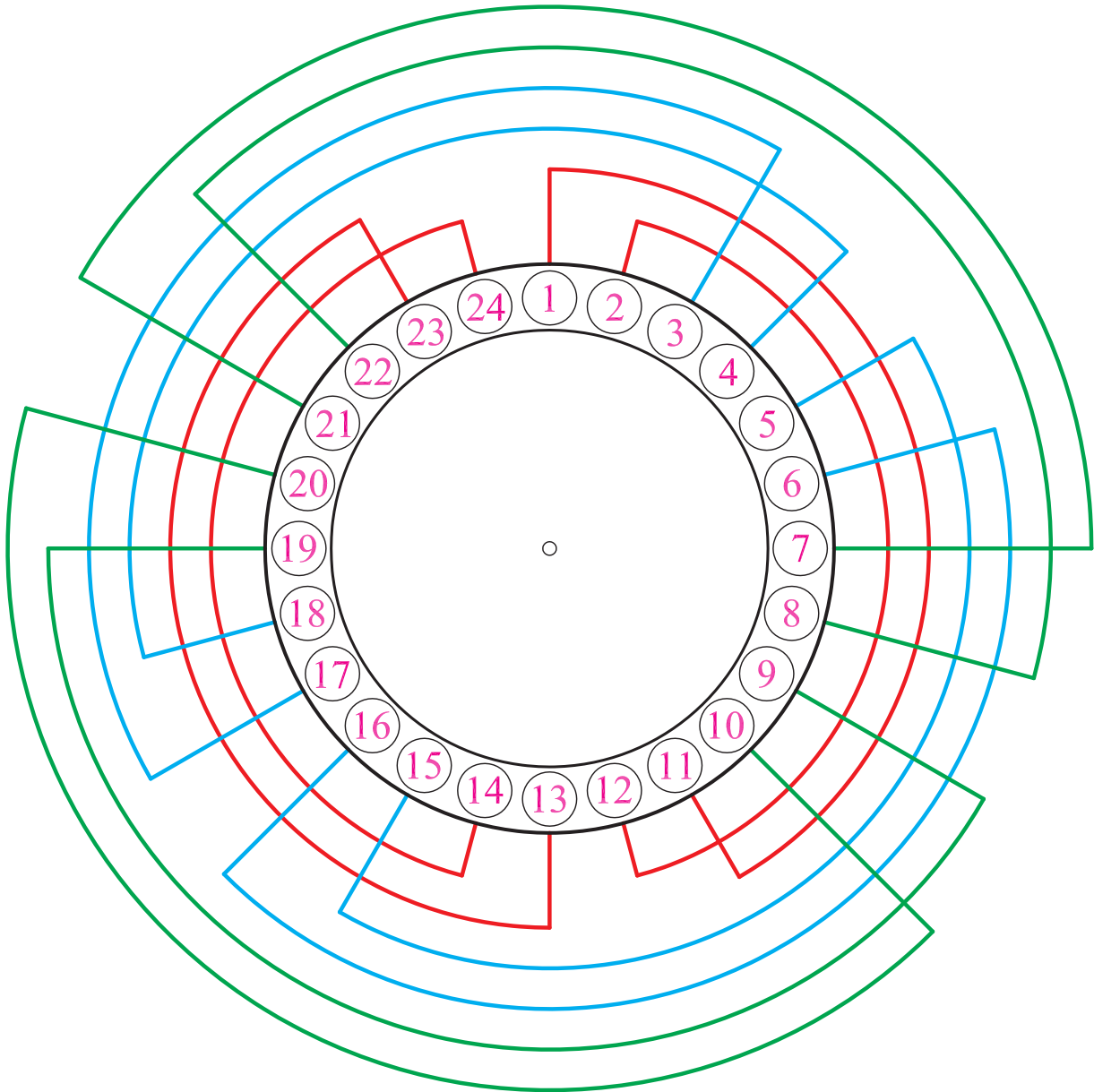
شکل ۶۷-۲- خارج کردن بازوهای ۱ و ۲ و ۵ و ۶ از شیارهای مربوطه به منظور قرار دادن گروه کلاف شماره ۵ و ۶

۷- گروه کلاف شماره ۵ را در شیارهای ۱۷-۱۸ و ۲-۴ قرار دهید. گروه کلاف شماره ۶ را در شیارهای ۲۱-۲۲ و ۸-۷ قرار دهید (شکل ۶۸-۲).



شکل ۶۸-۲- قرار دادن گروه کلاف شماره ۶

۸- بازوهای ۲ و ۱ گروه کلاف شماره ۱ و بازوهای ۵ و ۶ گروه کلاف شماره ۲ را به جای خود برگردانید. به این ترتیب سیم‌بندی کامل می‌شود (شکل ۲-۶۹).



شکل ۲-۶۹- برگردانیدن بازوهای گروه کلاف‌های شماره ۱ و ۲ به جای اولیه و تکمیل کلاف‌گذاری در داخل شیارهای موتور ۲۴ شیار ۲ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب

## آزمون پایانی (۲)

- ۱- به چه دلیل، قبل از جاگذاری کلاف در داخل شیار لازم است کلاف‌ها را مرتب و صاف کرد؟
- ۲- اقدامات لازم برای جلوگیری از ساییده شدن سیم‌ها به بدنه استاتور و اتصال آن‌ها به بدنه، را بیان کنید.
- ۳- اگر روی بازوها پس از جاگذاری آن‌ها در داخل شیارها با کاغذ پرسپان پوشانده نشود، چه عواقبی در پی خواهد داشت؟
- ۴- نکات ایمنی در هنگام کلاف‌گذاری در داخل شیارها را بیان کنید.
- ۵- ابزار لازم برای کلاف‌گذاری در داخل شیارها را نام ببرید.
- ۶- مراحل کلاف‌گذاری در داخل شیارها را نام ببرید.
- ۷- کار عملی: یک الکتروموتور سه فاز ۳۶ شیار را در اختیار بگیرید و مراحل مختلف کلاف‌گذاری این موتور را برای سیم‌بندی ۲ قطب به ازای سیم‌بندی  $G = 2P$  انجام داده و کلاف‌ها را در داخل شیارها قرار دهید.



## واحد کار سوم

# سربندی سیم پیچی الکتروموتورهای سه فاز

### هدف کلی

اتصال گروه کلافها در هر فاز

هدفهای رفتاری: از فراگیر، انتظار می رود با گذراندن این پیمانہ، بتواند:

- ۱- با اهم متر، سر گروه کلافها را پیدا کند.
- ۲- با استفاده از نقشه موتورها، اتصال گروه کلافها را در هر فاز الکتروموتورهای سه فاز یک سرعت انجام دهد.

۳- ابتدا و انتهای فازها را با  $U_1, U_2$  و  $V_1, V_2$  و  $W_1, W_2$  برچسب بزند.

۴- سرهای هر فاز را به سیم افشان اتصال دهد و با برچسب مربوطه به تخته کلم هدایت کند.

۵- سرهای مربوط به هر فاز را در تخته کلم، به ترمینالهای مربوطه هدایت کرده و اتصال دهد.

۶- دو سر هر فاز را با اهم متر آزمایش کند و از اتصال تمامی گروه کلافها در هر فاز، اطمینان حاصل کند.

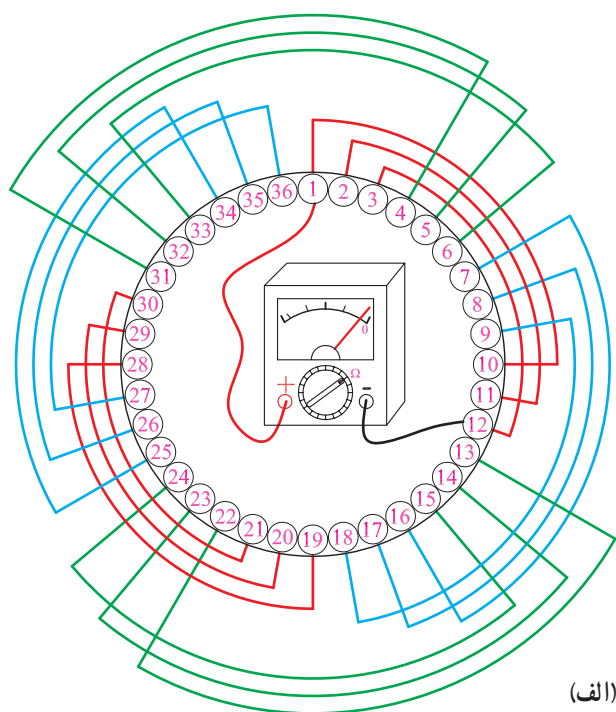
### ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۴	۱۶	۲۰



### ۱-۳- اصول سربندی کلاف‌ها در داخل استاتور

پس از قرار دادن کلاف‌ها در داخل شیارها، لازم است گروه کلاف‌های مربوط به هر فاز موتور، ارتباط الکتریکی داشته باشند. ارتباط گروه کلاف‌ها باید به گونه‌ای باشد که میدان‌های حاصل از جریان کلاف‌های مجاور، هم‌جهت بوده و در سطح استاتور ۲P قطب تشکیل دهند. بنابراین، در سربندی کلاف‌ها لازم است دقت بیشتری شود زیرا یک اتصال غلط موجب می‌شود حوزه دوار به‌طور صحیح در سطح استاتور تشکیل نشود. در این‌گونه مواقع، یا رتور قفل کرده و به گردش در نمی‌آید و یا در صورت چرخش رتور، جریان زیادی از شبکه توسط موتور الکتریکی دریافت می‌شود که امکان دارد در زمان کوتاه، سیم‌های استاتور را از بین ببرد.



در سربندی کلاف‌ها با توجه به نقشه موتور، یکی از کلاف‌ها را به‌عنوان شیار شماره یک در نظر می‌گیریم و آن را با  $U_1$  برچسب می‌زنیم و انتهای گروه کلاف مربوطه را از طریق نقشه پیدا می‌کنیم و لاک سرسیم آن را برمی‌داریم و برای اطمینان، دو سر آن را با اهم‌تر آزمایش می‌کنیم. برای این منظور، سر لاک برداری شده  $U_1$  را با انتهای کلاف انتخاب شده به ترمینال‌های اهم‌تر هدایت می‌کنیم. اگر اهم‌تر مقاومت ناچیزی نشان دهد انتخاب سر و ته گروه کلاف صحیح است. در صورت نمایش مقاومت زیاد توسط اهم‌تر، باید ته کلاف را با سیم‌های مجاور تعویض کرده و آزمایش‌های لازم را انجام داد تا ته کلاف مشخص شود. به این ترتیب، سر و ته گروه کلاف‌های مربوط به هر فاز را از طریق نقشه و اهم‌تر مشخص کرده و طبق نقشه سربندی می‌کنیم (شکل ۱-۳).



(ب)

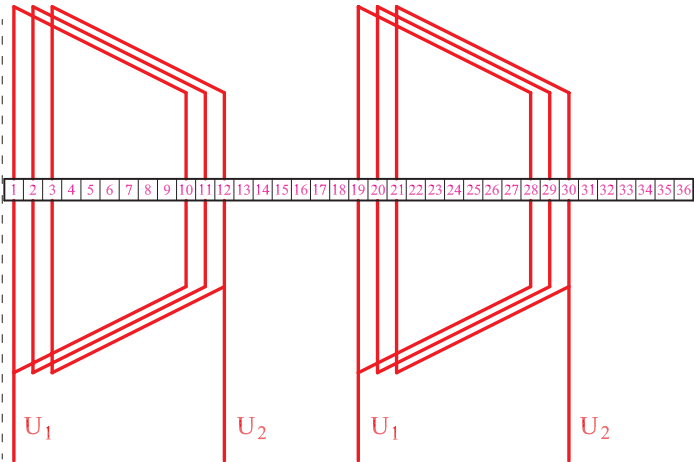
شکل ۱-۳- سر و ته یک گروه کلاف مقاومت ناچیزی نشان می‌دهد.

در سربندی کلاف‌ها اگر  $G = P$  باشد، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال نزدیک است، یعنی ته هر گروه کلاف به سر گروه کلاف بعدی در آن فاز متصل می‌شود.

در سربندی کلاف‌ها اگر  $G = 2P$  باشد، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال دور است، یعنی ته هر گروه کلاف به ته گروه کلاف بعدی و سر تمام گروه کلاف‌ها به هم متصل می‌شوند.

برای سربندی گروه کلاف‌ها، ابتدا نقشه گسترده یا دیاگرام مدور موتور را در نظر بگیرید و براساس شماره‌های نقشه، شیارهای استاتور را شماره‌بندی کنید. سرسیم‌های گروه کلاف‌ها را در سیم‌پیچ‌ها، مطابق نقشه پیدا کنید. پس از اطمینان از ابتدا و انتهای گروه کلاف‌ها، به اندازه مناسب از سرسیم‌ها جدا کرده و از سر آن‌ها به اندازه  $1/5$  سانتی‌متر لاک‌برداری کنید. مطابق نقشه، از سرسیم‌هایی که باید به هم متصل شوند، «وارنیش» بگذرانید. از هر سیم با اندازه یک سانتی‌متر بر روی سیم دیگر، به‌طور مرتب بیچید. پس از لحیم‌کاری و آزمایش اتصال دو سر دو گروه کلاف، اتصال گروه کلاف‌های بعدی را ادامه دهید. مثلاً اتصال گروه کلاف‌های مربوط به فاز  $U_1$  و  $U_2$  در موتور ۳۶ شیار سه فاز ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب، در مراحل زیر انجام می‌شود:

۱- نقشه دیاگرام گسترده یا مدور سیم‌پیچی مربوط به فاز  $U_1$  و  $U_2$  را تهیه کنید (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- نقشه فاز ۱ موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی به‌ازای قطب



۲- شیارهای استاتور را شماره‌گذاری کنید (شکل ۳-۳).

شکل ۳-۳- شماره‌گذاری استاتور کلاف‌گذاری شده



۳- ابتدا و انتهای گروه کلاف شماره ۱ فاز  $U_1$  و  $U_2$  را که سرهای آن از شیار ۱ و ۱۲ خارج شده‌اند، با اهم‌تر آزمایش کنید.

۴- سرسیم‌هایی را که از شیارهای ۱۹ و ۳۰ خارج می‌شوند، با اهم‌تر آزمایش کنید. این سیم‌ها باید به هم ارتباط داشته باشند (شکل ۳-۴).

شکل ۳-۴- آزمایش ارتباط کلاف‌های گروه کلاف شماره ۱



۵- سرهای خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را به اندازه کافی و به گونه‌ای ببرید که پس از اتصال به هم، سیم اضافی در سطح استاتور وجود نداشته باشد.

۶- سرسیم‌ها را از واریش‌های مورد نیاز عبور دهید (شکل ۳-۵).

شکل (۵-۳-الف) - قرار دادن واریش با قطر کم روی

سیم

الف



شکل (۵-۳-ب) - عبور دادن واریش با قطر بیشتر

روی واریش قطر کمتر

ب

شکل ۳-۵- عبور دادن سیم‌ها از داخل واریش



۷- سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را پس از کوتاه کردن، به اندازه ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر لاک‌برداری کنید (شکل ۳-۶).

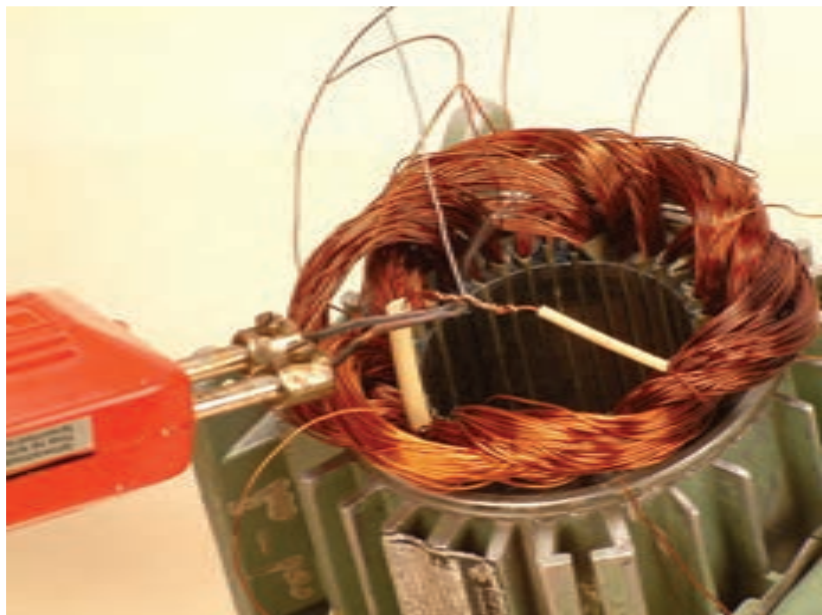
شکل ۳-۶- سرسیم‌ها را به اندازه ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر لاک‌برداری کنید.



۸- سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را روی هم قرار داده و هرکدام را به اندازه یک سانتی‌متر روی دیگری بتابانید (شکل ۳-۷).

شکل ۳-۷- سیم‌ها را به هم گره زده و به اندازه یک سانتی‌متر روی هم بتابانید.

محل اتصال را لحیم کنید (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸- محل اتصال دو سیم را لحیم کنید.

۹- واریش‌های با قطر کمتر را از طریق هر دو سیم به محل لحیم شده انتقال دهید تا کاملاً آن را پوشش دهد (شکل ۳-۹).



شکل ۳-۹- هدایت واریش‌ها به محل لحیم شده

۱۰- وارنیش با مقطع زیاد را روی دو وارنیش با قطر کمتر بکشید (شکل ۱۰-۳).



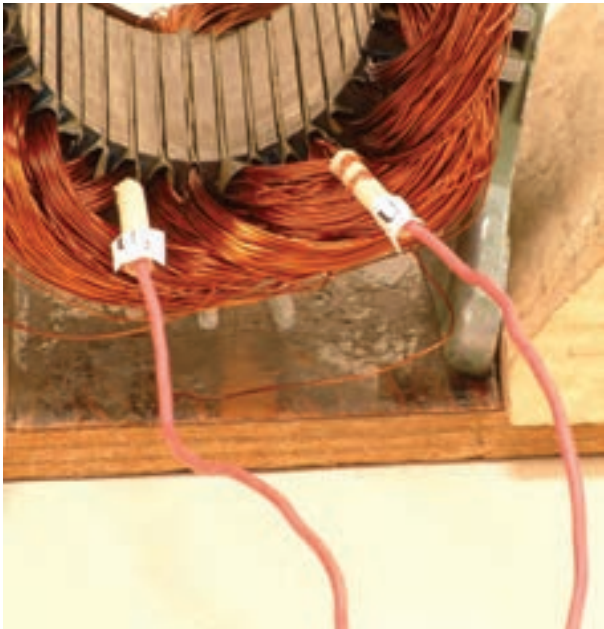
شکل ۱۰-۳



۱۱- پس از سربندی، به منظور اطمینان از اتصال بین دو گروه کلاف، سرسیم‌هایی را که از شیارهای ۱ و ۳ خارج شده‌اند، لاک برداری کرده و ارتباط آن‌ها را با اهم‌متر آزمایش کنید.

۱۲- سرسیمی را که از شیار شماره ۱ بیرون آمده است، به اندازه کافی کوتاه کرده و پس از لاک برداری، آن را به سیم افشان اتصال دهید و محل اتصال را لحیم کاری کرده و با وارنیش مناسب بپوشانید. به سیم افشان برجسب  $U_1$  بزنید (شکل ۱۱-۳).

شکل ۱۱-۳- اتصال سیم افشان به ابتدا و انتهای فاز و برجسب زدن آن



شکل ۱۲-۳

۱۳- سیم خروجی از شیار شماره ۳۰ را با سیم افشان اتصال داده و پس از لحیم کاری و گذاشتن وارنیش، برچسب  $U_p$  بزنید (شکل ۱۲-۳).

## ۲-۳- کارهای عملی ۳

### کار عملی ۱

هدف: سربندی سیم پیچی الکتروموتورها  
نکات ایمنی: از روشنایی مناسب در روی میز کار استفاده کنید. از میز کار و صندلی استاندارد مناسب استفاده کنید تا هیچ گونه فشاری بر کمر و پاهای تان وارد نشود.

### وسایل و ابزار مورد نیاز

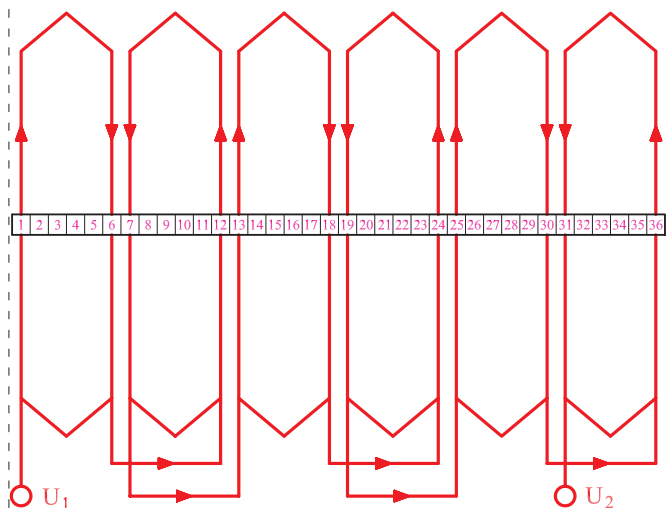
- ۱- نگهدارنده استاتور یک عدد
  - ۲- استاتور ۳۶ شیار کلاف گذاری شده در کار عملی شماره ۲ واحد کار دوم (شکل ۳۹-۲) یک عدد
  - ۳- اهم متر یک عدد
  - ۴- وارنیش مناسب مقطع سیم
  - ۵- هویه برقی یک عدد
  - ۶- روغن و سیم لحیم به حد کافی
  - ۷- سیم افشان مناسب در سه رنگ به حد کافی
- موضوع: سربندی سیم پیچی الکتروموتور سه فاز سه قطب ۳۶ شیار به ازای قطب

### مراحل انجام کار

- ۱- استاتور را روی نگهدارنده استاتور قرار داده و شیارها را شماره گذاری کنید (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳- شماره گذاری شیارها



۲- نقشه گسترده اتصالی فاز  $U_1$  و  $U_2$  را آماده کنید (شکل ۳-۱۴).

شکل ۳-۱۴- نقشه اتصالی فاز  $U_1$  و  $U_2$  موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با سیم بندی به ازای قطب



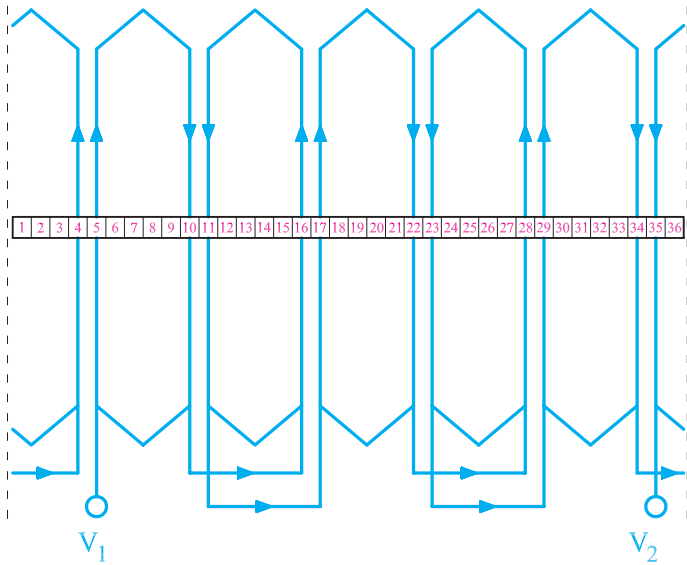
شکل ۳-۱۵- سربندی فاز  $U_1$  و  $U_2$  موتور ۳۶ شیار ۴ قطب

۳- براساس اتصالات موجود در نقشه ۳-۱۴ ابتدا سیم های خروجی از شیارها ۱-۶، ۷-۱۲، ۱۳-۱۸، ۱۹-۲۴، ۲۵-۳۰ و ۳۱-۳۶ را با اهم متر آزمایش کنید. در صورتی که در همه موارد عقربه اهم متر مقداری ناچیز را نشان داد، سیم خروجی را به ترتیب شماره ۶ به ۱۲، ۱۲ به ۷، ۱۳ به ۱۸، ۱۸ به ۲۴، ۲۴ به ۱۹ و ۲۵ به ۳۰ به هم ارتباط داده و روی اتصالی ها را با وارنیش بپوشانید.

۴- سیم های خروجی از شیار ۱ و ۳۱ سیم افشان را لحیم کرده و روی آن ها را وارنیش بکشید.

۵- به سیم افشان شماره ۱، برچسب  $U_1$  و شماره ۳۱ را برچسب  $U_2$  بزنید (شکل ۳-۱۵).





شکل ۱۶-۳-الف

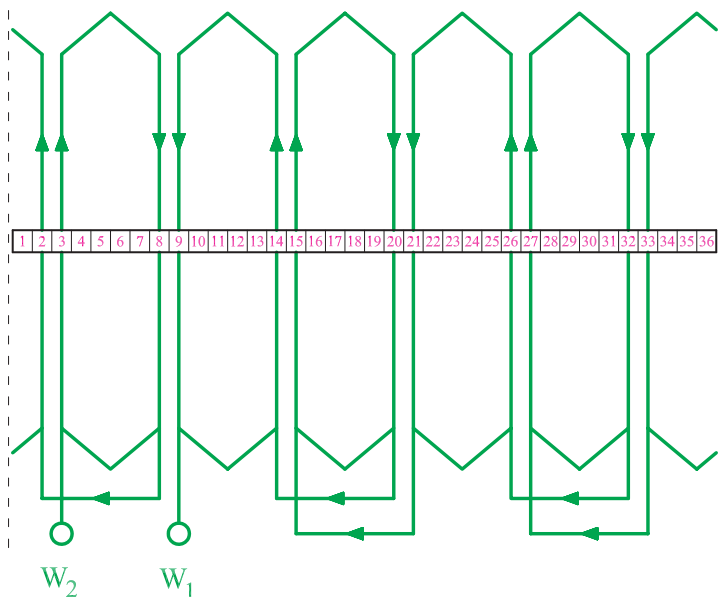
۶- براساس نقشه اتصال گروه کلاف‌های فاز  $V_1$  و  $V_2$ ، سیم‌های خروجی از شیارهای ۵-۱۰، ۱۶-۱۱، ۲۲-۱۷، ۲۸-۲۳، ۳۴-۲۹ و ۳۵-۴ را با اهم‌تر آزمایش کنید و از اتصال آن‌ها به یک‌دیگر خاطر جمع شوید. سپس سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۰ را به ۱۶، ۱۱ را به ۱۷، ۲۲ را به ۲۸، ۲۳ را به ۲۹ و ۳۴ را به ۴ اتصال دهید.

به سیم خروجی از شیار شماره ۵ سیم‌افشان اتصال داده و برجسب  $V_1$  بزنید. سیم خروجی از شیار ۳۵ را به سیم‌افشان اتصال داده و برجسب  $V_2$  بزنید (شکل ۱۶-۳).  
شکل (۱۶-۳-الف) نقشه اتصال سرسیم‌ها به یک‌دیگر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۳-ب

شکل ۱۶-۳- نقشه اتصالی فاز  $V_1$  و  $V_2$  موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب



شکل ۱۷-۳ الف - نقشه اتصال سرسیم پا

۷- براساس نقشه اتصال گروه کلاف‌های فاز  $W_1$  و  $W_2$  سیم‌های خروجی از شیارهای ۹-۱۴، ۲۰-۱۵، ۲۶-۲۱، ۲۷-۳۲، ۳۳-۲ و ۳-۸ را با اهم‌تر آزمایش کنید و از اتصال آن‌ها به یکدیگر خاطر جمع شوید. سپس سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۴ را به ۲۰، ۱۵ را به ۲۱، ۲۶ را به ۲۲، ۲۷ را به ۳۳ و ۲ را به ۸ اتصال دهید.

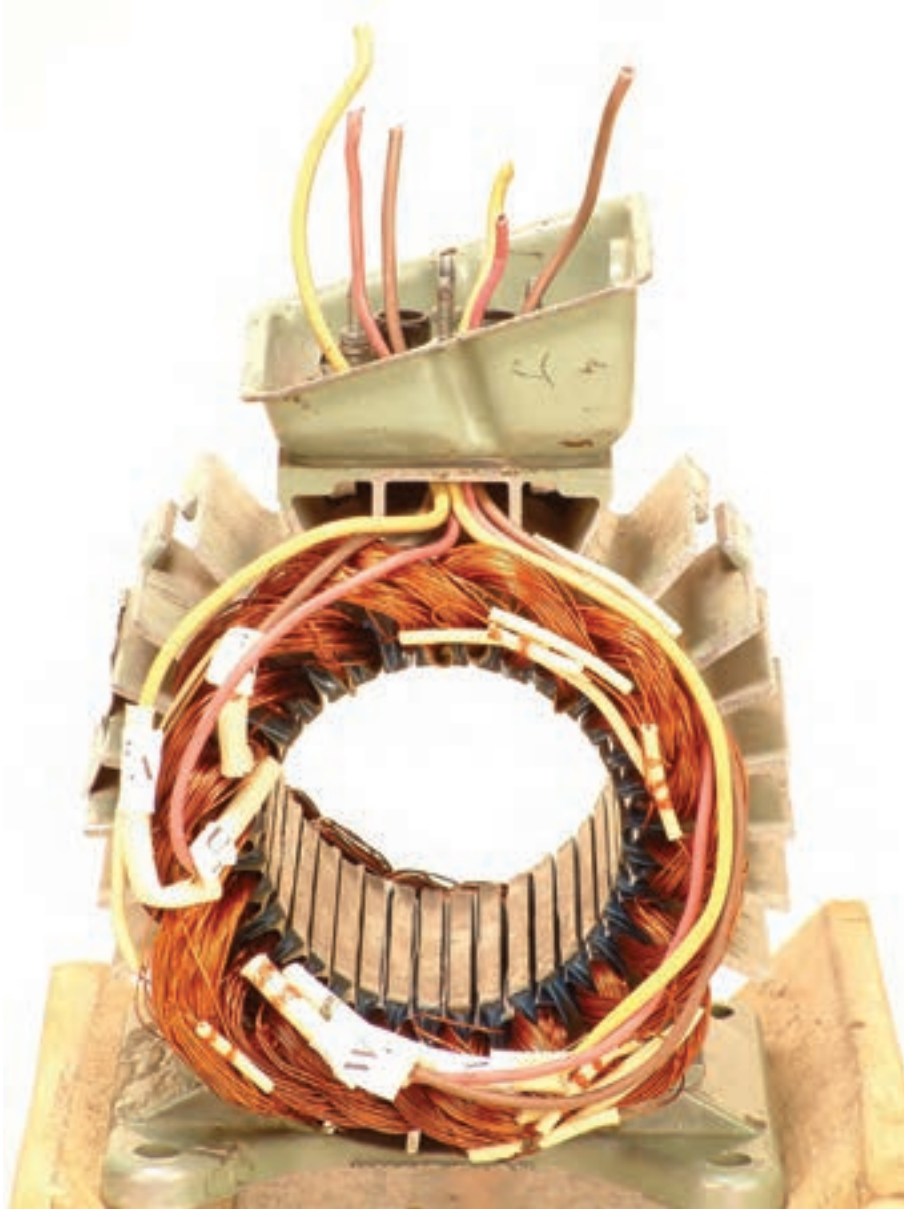
سیم خروجی از شیار شماره ۹ را با سیم‌افشان اتصال داده و برچسب  $W_1$  بزنید. سیم خروجی از شیار ۳ را به سیم‌افشان اتصال داده و برچسب  $W_2$  بزنید (شکل ۱۷-۳).



شکل ۱۷-۳ ب

شکل ۱۷-۳ - نقشه اتصالی فاز  $W_1$  و  $W_2$  موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب

۸- سیم‌های لحیم شده را مرتب کرده و روی کلاف‌ها  
بخوابانید. سپس سیم‌های افشان را از کوتاه‌ترین مسیر به جعبه  
اتصال موتور هدایت کنید (شکل ۱۸-۳).



شکل ۱۸-۳- هدایت سیم‌های افشان به جعبه اتصال موتور

### آزمون پایانی (۳)

- ۱- چه لزومی دارد سرسیم گروه کلاف‌ها را قبل از سیم‌بندی با اهم‌تر آزمایش کنیم؟
- ۲- اگر براساس نقشه، وقتی که سرسیم‌ها را با اهم‌تر آزمایش می‌کنیم، سیم‌ها به هم راه ندهند، اشکال کار در کجا است؟ اقدام بعدی برای یافتن سرسیم‌های گروه کلاف را بیان کنید.
- ۳- برای چه منظور در سربندی گروه کلاف‌های یک فاز از نقشه اتصالی هر فاز موتور استفاده می‌کنند؟ آیا امکان دارد که بدون دسترسی به نقشه سربندی، گروه کلاف‌های هر فاز را به یکدیگر اتصال داد؟
- ۴- به چه مناسبت، شیارهای داخل استاتور را در هنگام قرار دادن کلاف‌ها در داخل شیارها، شماره‌گذاری می‌کنند؟
- ۵- چرا محل اتصال گروه کلاف‌ها را لحیم‌کاری کرده و محل لحیم‌کاری را با وارنیش می‌پوشانند؟
- ۶- علت استفاده از وارنیش با مقطع زیاد بر روی وارنیش‌های با مقطع کم را بیان کنید.
- ۷- چرا در انتهای سربندی هر فاز، ابتدا و انتهای سیم‌ها را برچسب می‌زنند؟
- ۸- استفاده از سیم‌های افشان در ابتدا و انتهای هر فاز چه محاسنی دارد؟
- ۹- آیا پس از سربندی گروه کلاف، آزمایش سرهای ابتدا و انتهای هر فاز با اهم‌تر ضرورت دارد؟ دلیل خود را بیان کنید.

- ۱۰- کار عملی: یک موتور ۳۶ شیار ۲ قطب با سیم‌بندی یک طبقه  $G = 2P$  را در اختیار بگیرید. پس از شماره‌گذاری و آزمایش سر گروه کلاف‌ها، آن را سربندی کنید. سر فازها را به سیم افشان اتصال دهید و سرسیم‌های هر فاز را برچسب زده و از کوتاه‌ترین مسیر به جعبه اتصال هدایت کنید.
- ۱۱- کار عملی: استاتور کلاف‌گذاری شده شکل ۴۸-۲ را در اختیار بگیرید و سربندی آن را کامل کنید.
- ۱۲- در سربندی گروه کلاف‌ها سعی می‌شود اتصال گروه کلاف‌ها به گونه‌ای باشد تا بازوهای..... در قطب‌سازی پلاریته..... داشته باشند.
- ۱۳- در سربندی با سیم‌پیچی به‌ازای قطب اتصال گروه کلاف‌ها هر فاز، اتصال..... و در سیم‌پیچی به‌ازای جفت قطب، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال..... است.

### پاسخ پیش‌آزمون

پاسخ واحد کار اول	
شماره تست	گزینه صحیح
۱	۱
۲	۳
۳	۱
۴	۴
۵	۳
۶	۲
۷	۴
۸	۳

## منابع و مأخذ

- ۱- «محاسبه و سیم پیچی موتورهای القایی سه فاز»، مؤلفین: علی عراقی - محمد حیدری، زنده یاد مرحوم علی رحیمیان پرور - احمد معیری، انتشارات سیم لاک، فارس.
- ۲- «محاسبه و سیم پیچی موتورهای الکتریکی (توری و عملی)»، مؤلف: دکتر حسین رحمتی زاده، انتشارات نیلوفر.
- ۳- مجموعه جزوات آموزشی موتورپیچی دانشگاه شهید رجایی تهران، مؤلفین: علی عراقی و علی رحیمیان پرور، انتشارات دانشگاه شهید رجایی.

فهرست رشته های مهارتی که می توانند از کتاب سیم پیچی موتورهای سه فاز استفاده نمایند.

کد استاندارد مهارتی متولی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد رایانه ای رشته ای مهارتی	شماره ای رشته ای مهارتی	نام رشته ای مهارتی	ردیف
۷۵ و ۸ - ۵۳/۴۸	تعمیر ماشین های الکتریکی درجه (۲)	۹۳۷۶	۱-۱۰-۱۰۱-۳۰۶	ماشین های الکتریکی	۱
		۹۳۷۵	۱-۱۰-۱۰۱-۳۰۵	ماشین های الکتریکی درجه (۱)	۲
			۱-۱۰-		۳
			۱-۱۰-		۴
			۱-۱۰-		۵

