



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

## مبانی برق ۲

جلسہ ۶



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ساختمان ماشین های جریان مستقیم



- استاتور-بخش ساکن
- روتور-بخش گردان

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



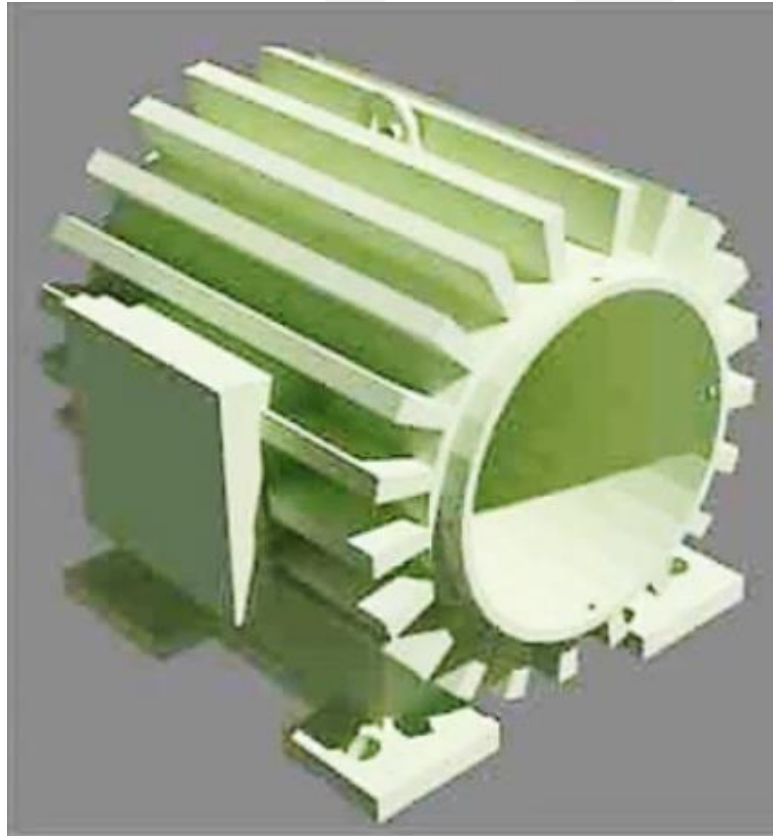
- بدنه
- قطب های مغناطیسی
- سیم پیچی میدان
- جاروبک و نگه دار آن

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



- بدنه - چدن یا فولاد سخت
- قطب های مغناطیسی
- سیم پیچی میدان
- جاروبک و نگه دار آن



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



- بدنه

- قطب های مغناطیسی

- سیم پیچی میدان

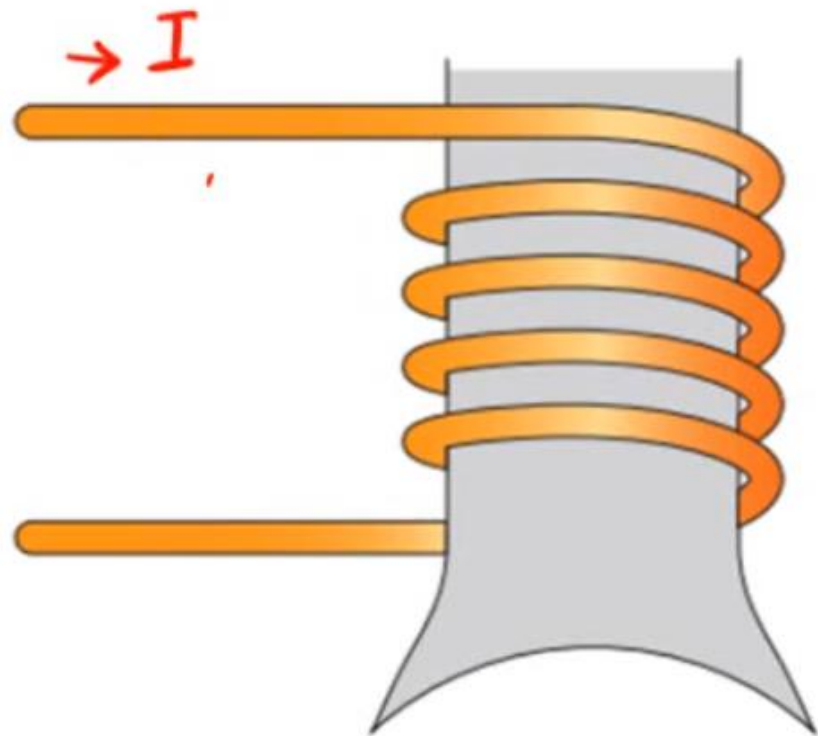
- جاروبک و نگه دار آن

وزارت علوم، تحقیقات  
دانشگاه جیرفت



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



جریان بالا

• بدنه

• قطب های مغناطیسی

• سیم پیچی میدان (سیم پیچ استاتور)

• جاروبک و نگه دار آن

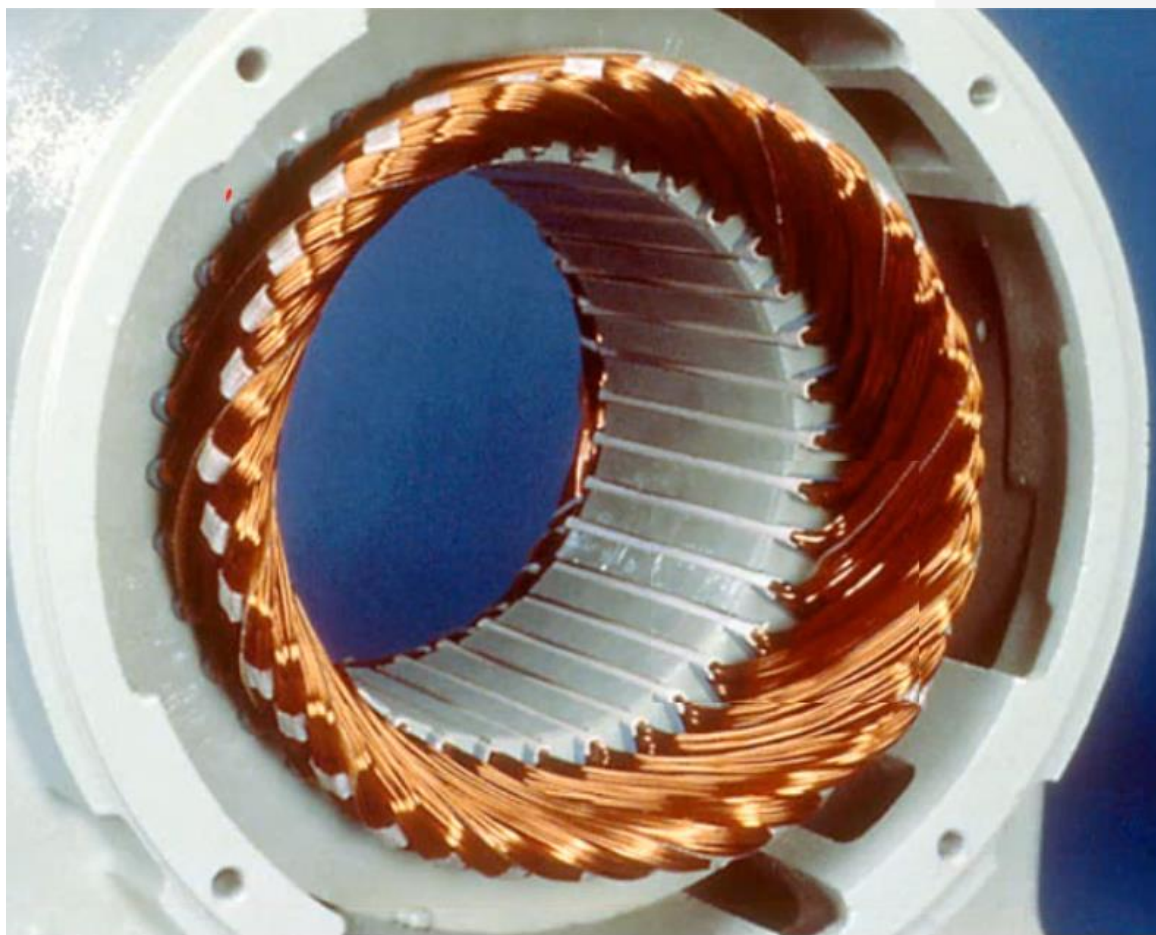
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



- بدنه
- قطب های مغناطیسی
- سیم پیچی میدان (سیم پیچ استاتور)
- جاروبک و نگه دار آن

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت



# ماشین های جریان مستقیم- استاتور



• بدنه

• قطب های مغناطیسی

• سیم پیچی میدان (سیم پیچ استاتور)

• جاروبک و نگه دار آن





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



- هسته روتور
- سیم پیچی روتور
- کموتاتور
- محور
- پروانه خنک کننده

دانشگاه جیرفت



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



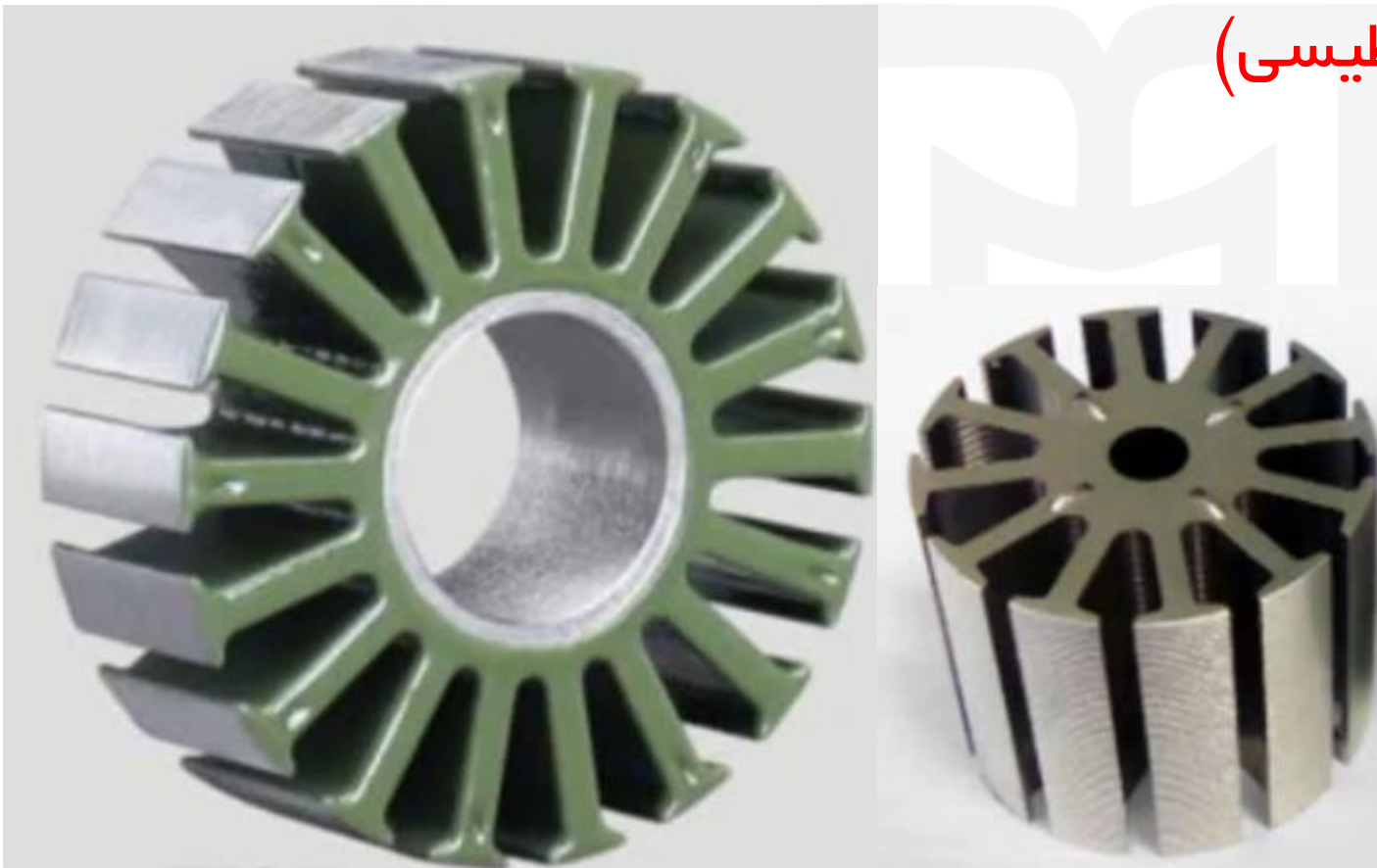
• هسته روتور (مواد فرو مغناطیسی)

• سیم پیچی روتور

• کموتاتور

• محور

• پروانه خنک کننده





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



- هسته روتور
- سیم پیچی روتور
- کموتاتور
- محور
- پروانه خنک کننده



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



- هسته روتور
- سیم پیچی روتور
- کموتاتور
- محور
- پروانه خنک کننده





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



چرخ دنده



- هسته روتور
- سیم پیچی روتور
- کموتاتور
- محور
- پروانه خنک کننده





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# ماشین های جریان مستقیم-روتور



- هسته روتور
- سیم پیچی روتور
- کموتاتور
- محور
- پروانه خنک کننده



# سیم پیچی آرمیچر



- منظور از **سیم پیچی آرمیچر** نحوه اتصال کلافهای روتور به همدیگر از طریق تیغه های کموتاتور است.

- **حلقه**؛ شامل یک دور هادی است.
- پیشانی تأثیری در گشتاور ندارد.



Start

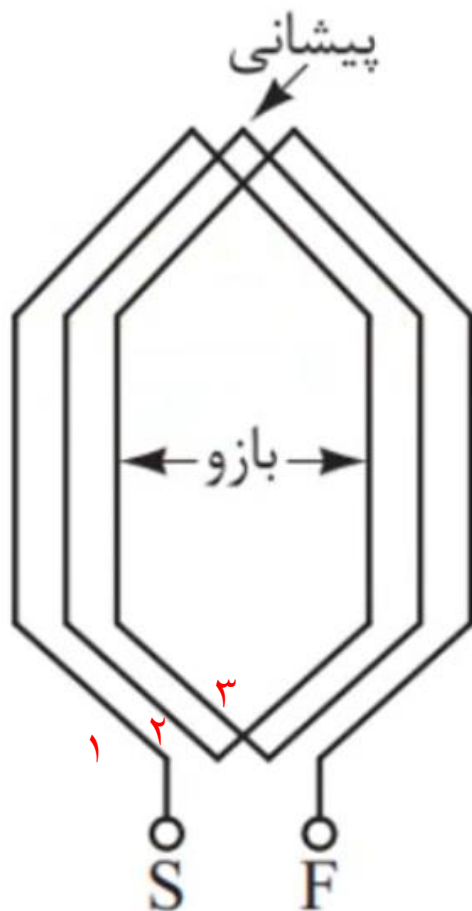
Final



# سیم پیچی آرمیچر



• **کلاف؛** از اتصال **سری** چندین حلقه ایجاد می شود.

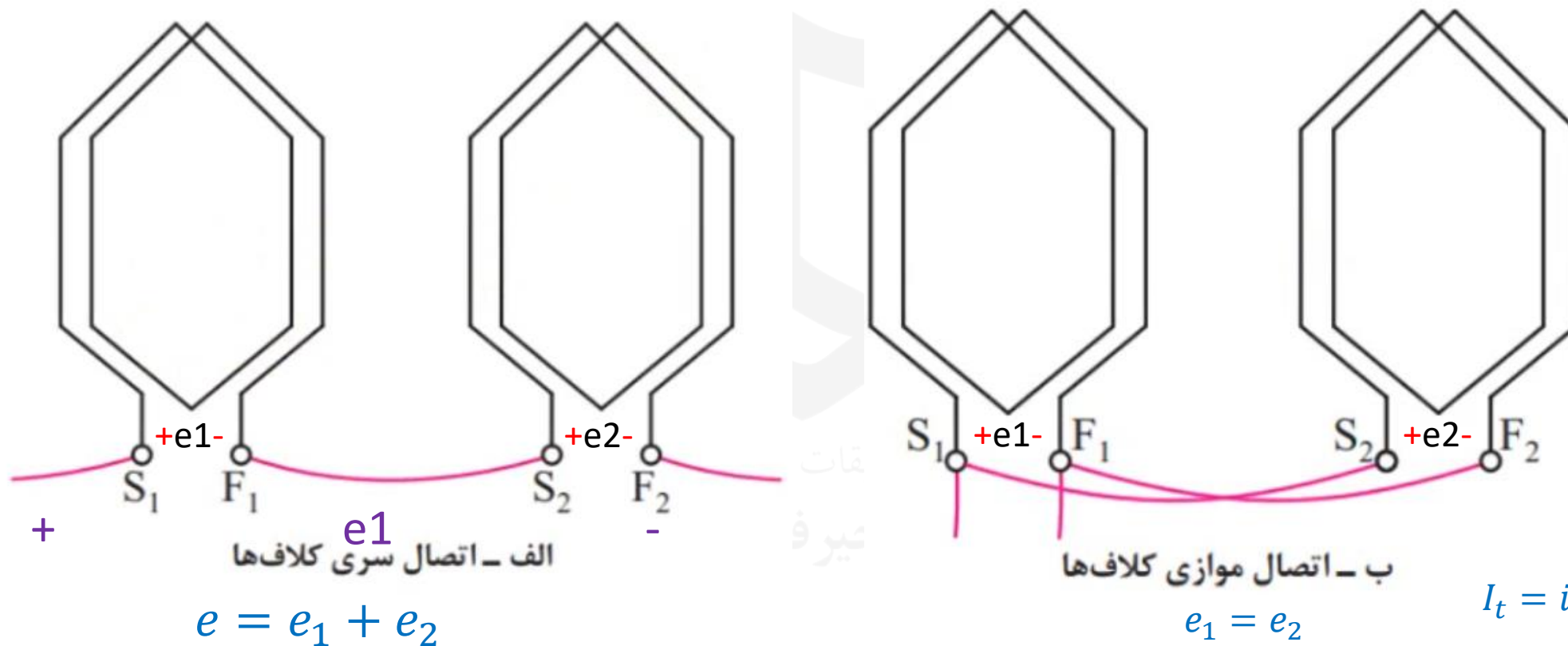




# سیم پیچی آرمیچر



• سیم پیچی؛ از اتصال چندین کلاف بصورت سری، موازی و یا ترکیبی تشکیل می شود.





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جی رف

# ترسیم سیم پیچی آرمیچر

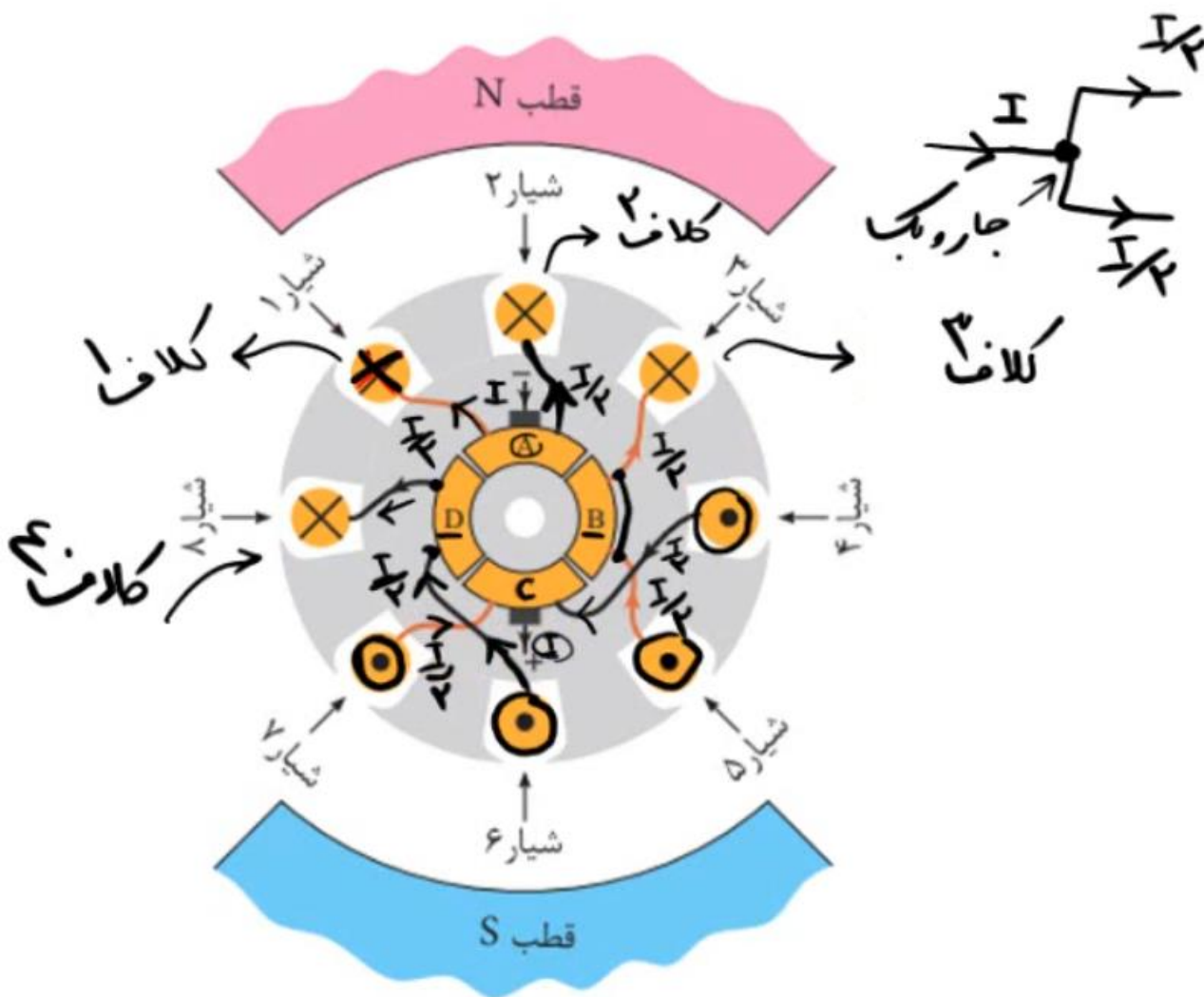


- دیاگرام دایره ای (مقطعی)
- دیاگرام خطی (راه جریان)
- دیاگرام گسترده (باز)
- دیاگرام سریع (دندان اره ای)





# ترسیم سیم پیچی آرمیچر



• دیاگرام دایره ای (مقطعی)

• دیاگرام خطی (راه جریان)

• دیاگرام گسترده (باز)

• دیاگرام سریع (دندان اره ای)

× درون سو

• برون سو

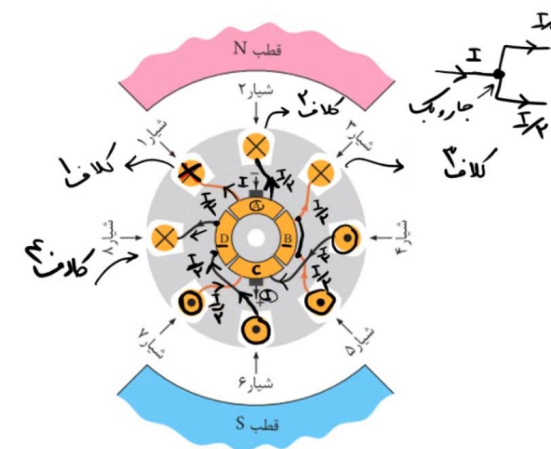
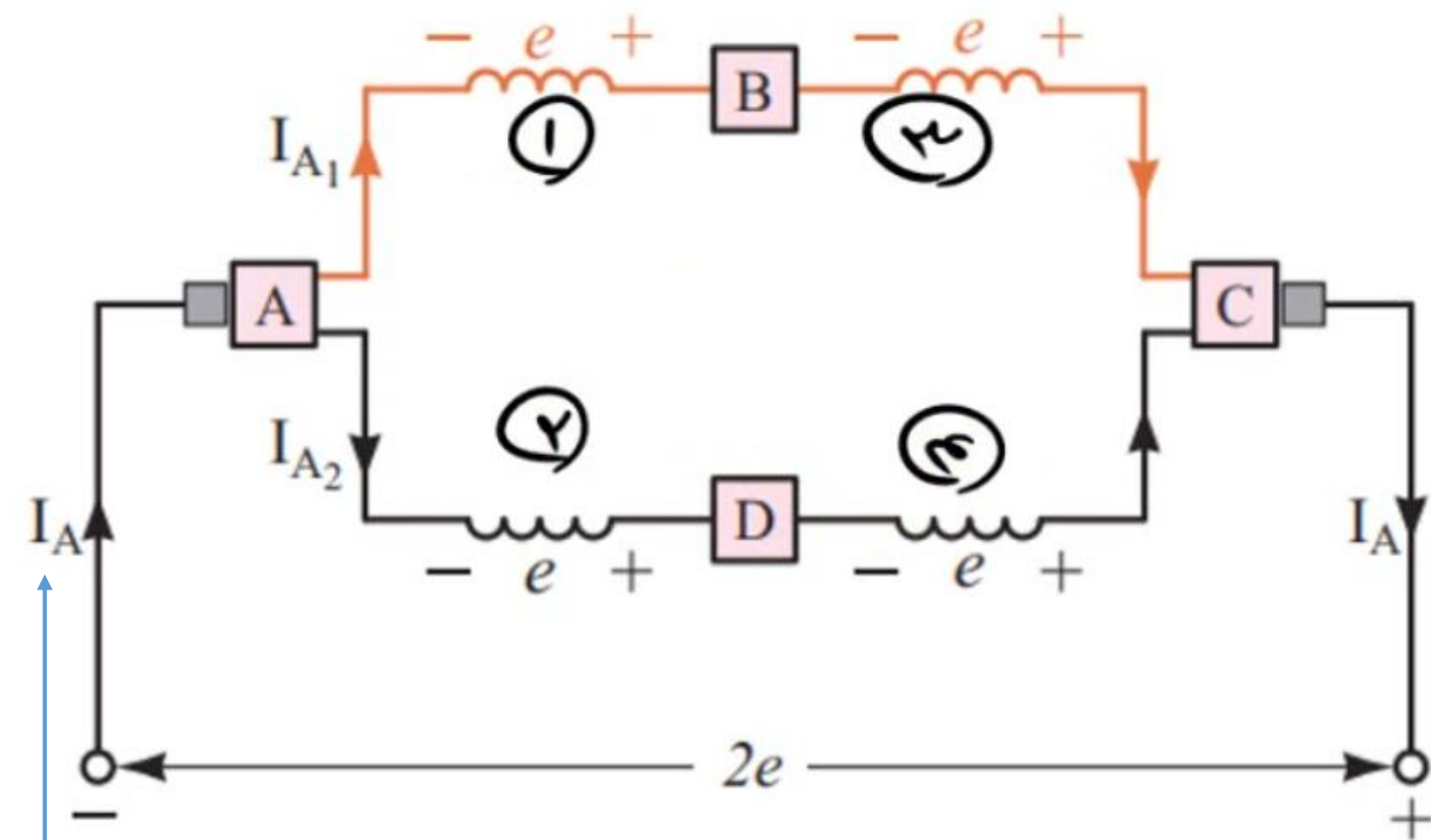
دانشگاه جیرفت



# ترسیم سیم پیچی آرمیچر

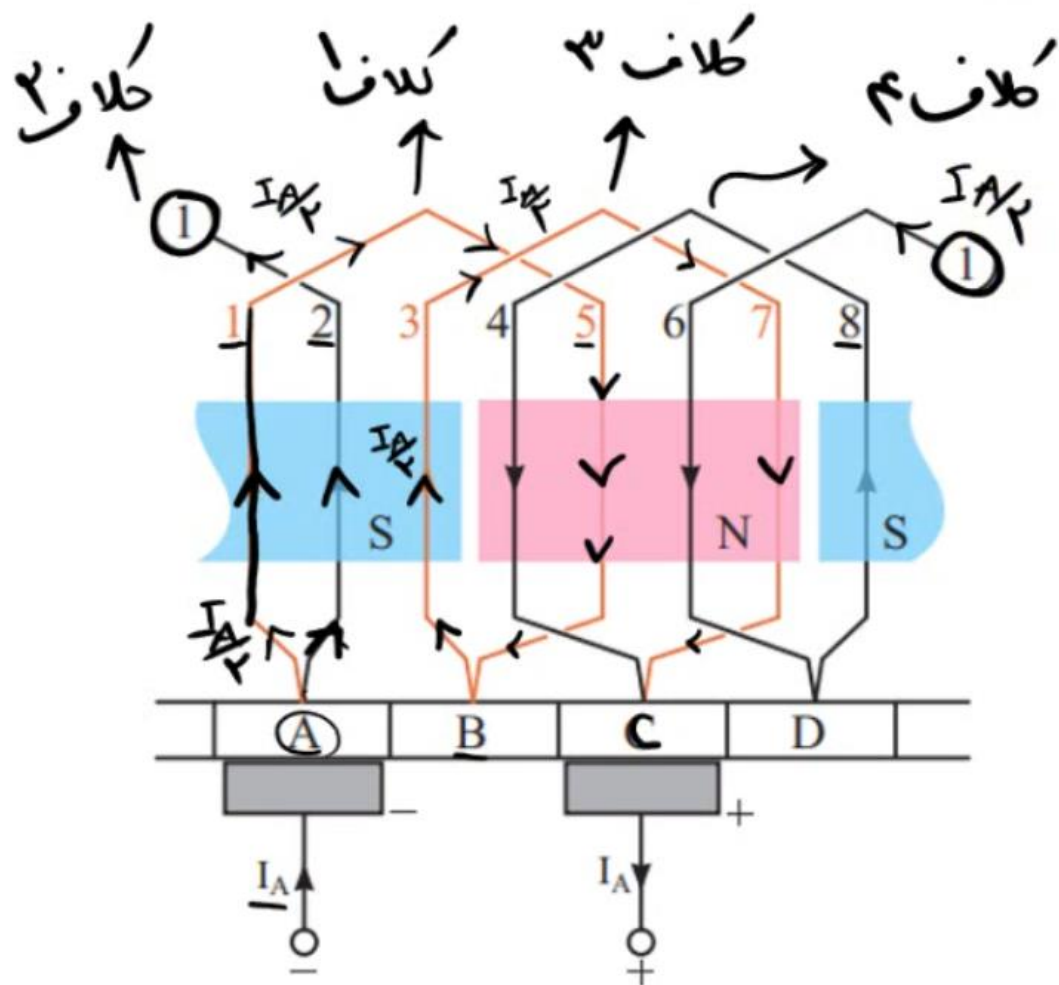


- دیاگرام دایره ای (مقطعی)
- دیاگرام خطی (راه جریان)
- دیاگرام گسترده (باز)
- دیاگرام سریع (دندان اری)

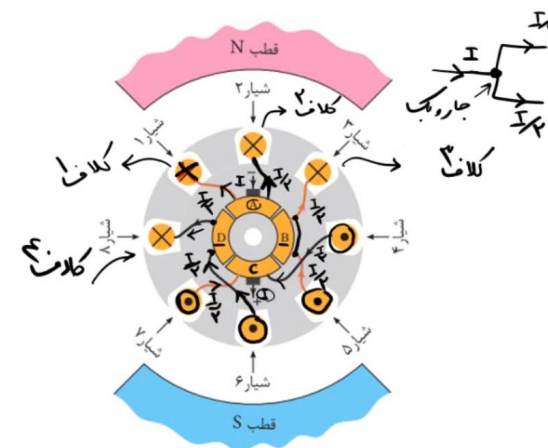




# ترسیم سیم پیچی آرمیچر

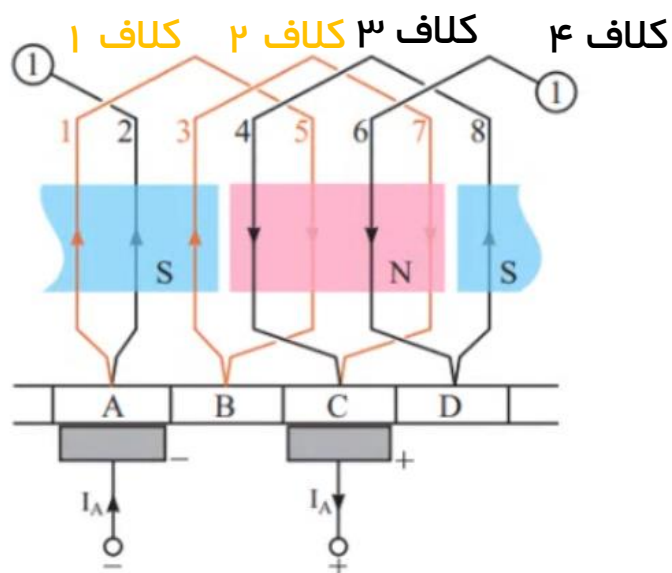


- دیاگرام دایره ای (مقطعی)
- دیاگرام خطی (راه جریان)
- دیاگرام گسترده (باز)
- دیاگرام سریع (دندان اره ای)





# ترسیم سیم پیچی آرمیچر



- دیاگرام دایره ای (مقطعی)

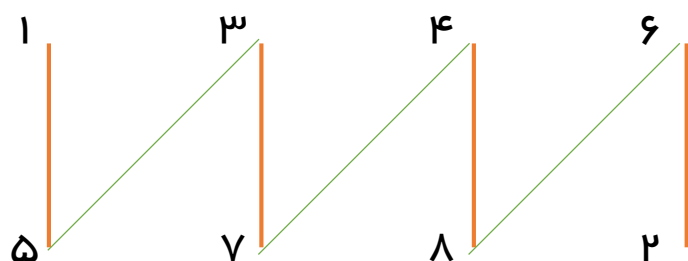
- دیاگرام خطی (راه جریان)

- دیاگرام گسترده (باز)

- دیاگرام سریع (دندان اره ای)  
از روی دیاگرام گسترده

- شماره گذاری شیارها

- شماره گذاری کلافها





وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# گام های سیم پیچی آرمیچر



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

- گام قطبی
- گام رفت (جلو)
- گام برگشت (عقب)
- گام سیم پیچی
- گام کموتاتور





# گام های سیم پیچی آرمیچر- گام قطبی



- فاصله بین مرکز تا مرکز دو قطب مغناطیسی غیرهمنام مجاور بر حسب شیار روتور را گام قطبی می گویند.

$$y_p = \frac{S}{P}$$

در این رابطه:

S تعداد شیارهای رتور

P تعداد قطبهای رتور

$y_p$  گام قطبی بر حسب شیار رتور



# گام های سیم پیچی آرمیچر – گام رفت

• فاصله بین دو بازوی یک کلاف بر حسب شیار روتور را گام رفت می گویند.

$$y_1 = \frac{S}{P} \pm \varepsilon$$

در این رابطه:

S تعداد شیارهای رتور

P تعداد قطبهای رتور

$\varepsilon$  کوچکترین عددی که کسر  $\frac{S}{P}$  را گویا می کند.

$y_1$  گام رفت

$$(y_1 > y_p) \quad (y_1 < y_p)$$

$$\varepsilon > 0$$

$$\varepsilon < 0$$

$$y_1 = y_p$$

• بسته به مقدار گام رفت سه نوع سیم پیچی **گام کامل**، **گام کوتاه** و **گام بلند** وجود دارد.

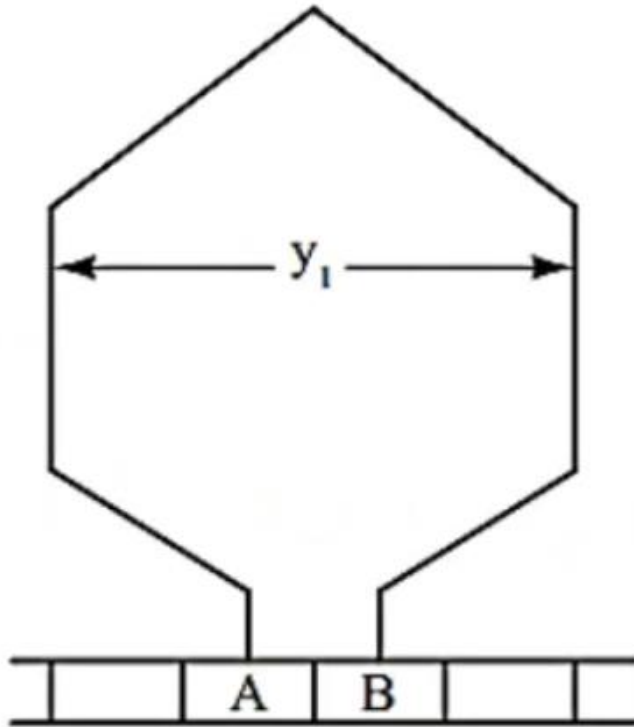


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جی‌رفت

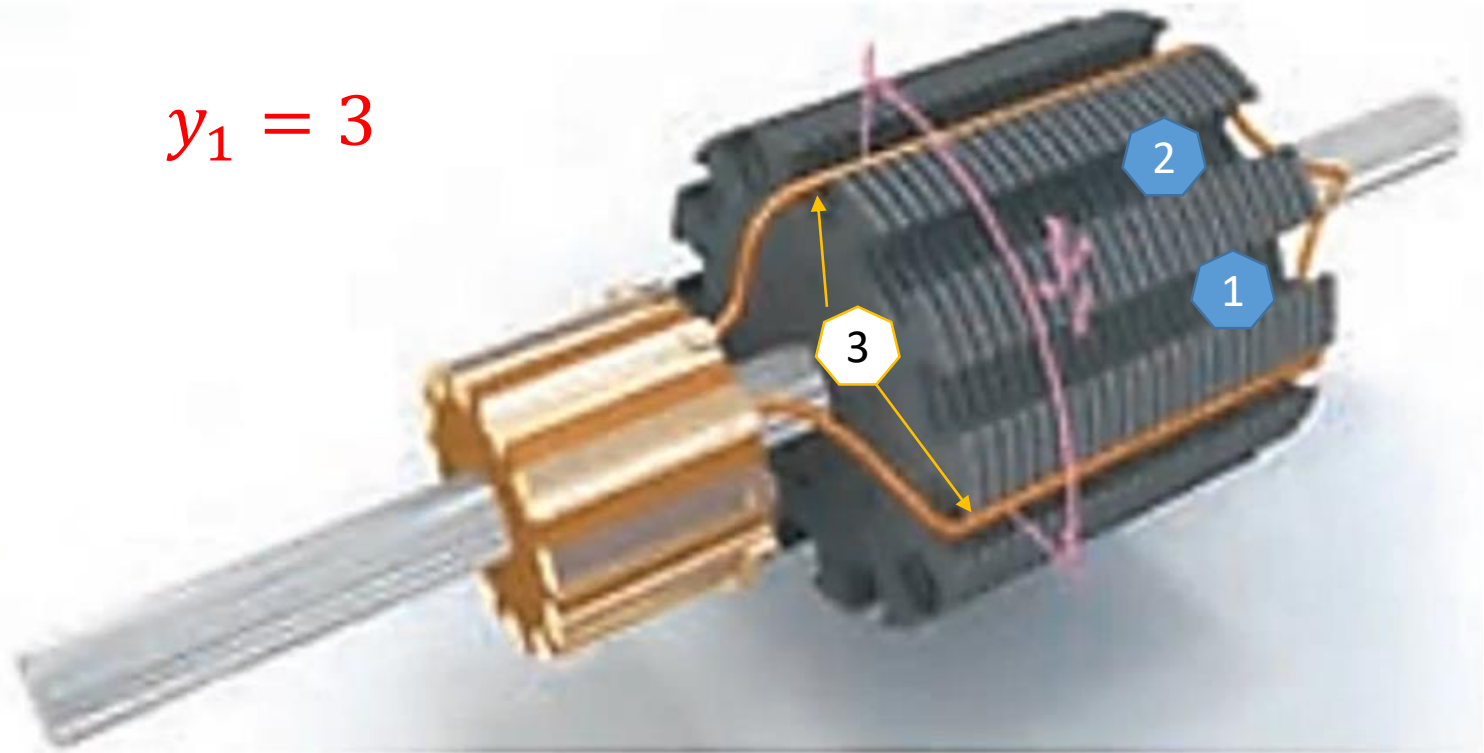
# گام های سیم پیچی آرمیچر- گام رفت



- فاصله بین دو بازوی یک کلاف بر حسب شیار روتور را گام رفت می گویند.



$$y_1 = 3$$





# گام های سیم پیچی آرمیچر – گام رفت



• روتور یک موتور جریان مستقیم دارای چهار قطب و ۱۱ شیار است. گام رفت و نوع سیم پیچی را تعیین کنید.

- $P = 4, S = 11$

- $y_p = \frac{S}{P} = \frac{11}{4}$

- $y_1 = y_p + \varepsilon = \frac{11}{4} + \varepsilon$

• مقدار  $\varepsilon$  را باید به گونه ای در نظر بگیریم که  $y_1$  عدد صحیح شود.

- $\varepsilon = -\frac{3}{4} \Rightarrow y_1 = 2, \varepsilon = \frac{1}{4} \Rightarrow y_1 = 3$

• باید کوچکترین اندازه را برای  $\varepsilon$  در نظر بگیریم که همان  $\frac{1}{4}$  می شود پس

- $y_1 = 3 > y_p$  گام بلند

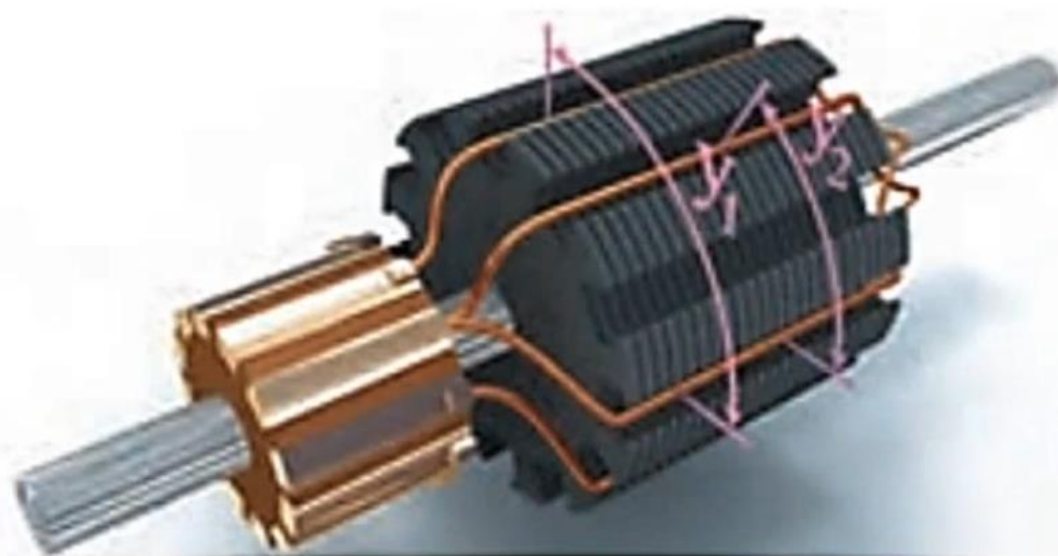
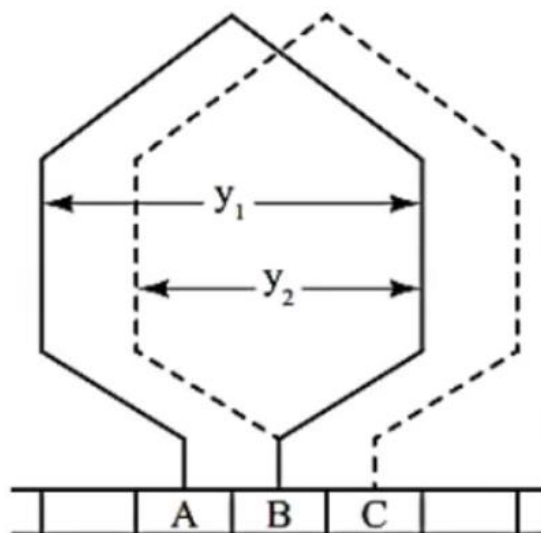


# گام های سیم پیچی آرمیچر - گام برگشت



- فاصله بین بازوی دوم از کلاف اول تا بازوی اول کلاف مجاور بر حسب شیار روتور را گام برگشت ( $y_2$ ) می گویند.

$$y_2 = 0.5 + 1 + 0.5 = 2$$





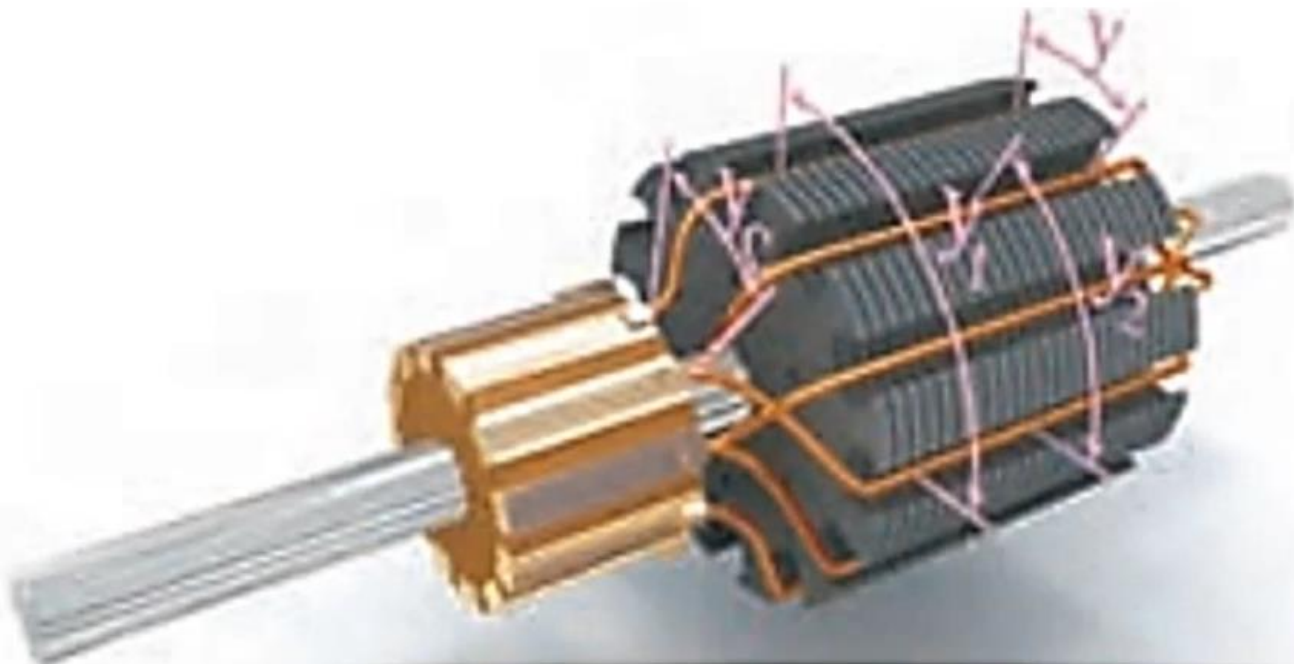
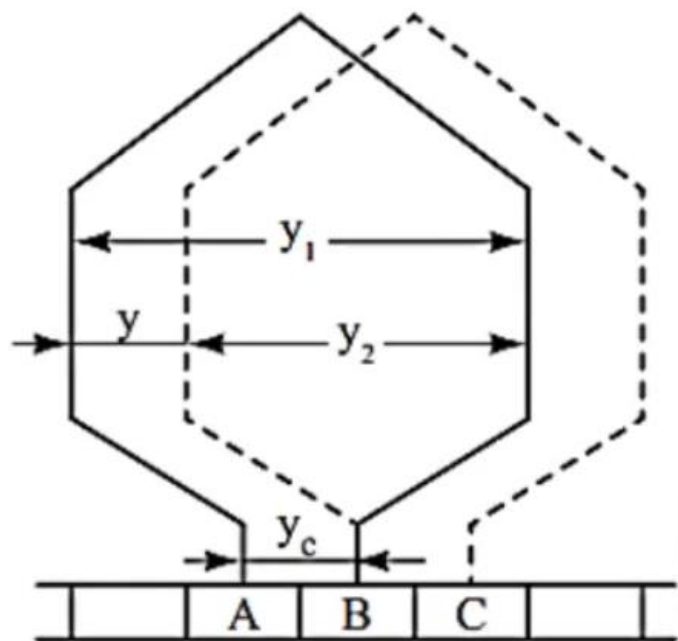


# گام های سیم پیچی آرمیچر- گام سیم پیچی



- فاصله بین دو بازوی اول دو کلاف متوالی را گام سیم پیچی می گویند.

$$y = 1$$



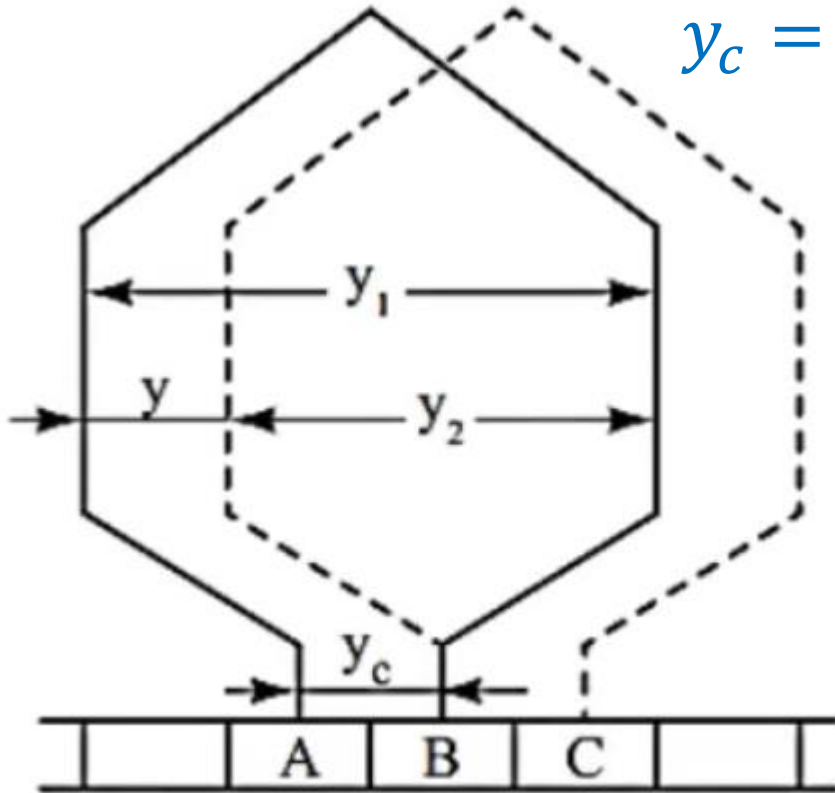


# گام های سیم پیچی آرمیچر - گام کموتاتور

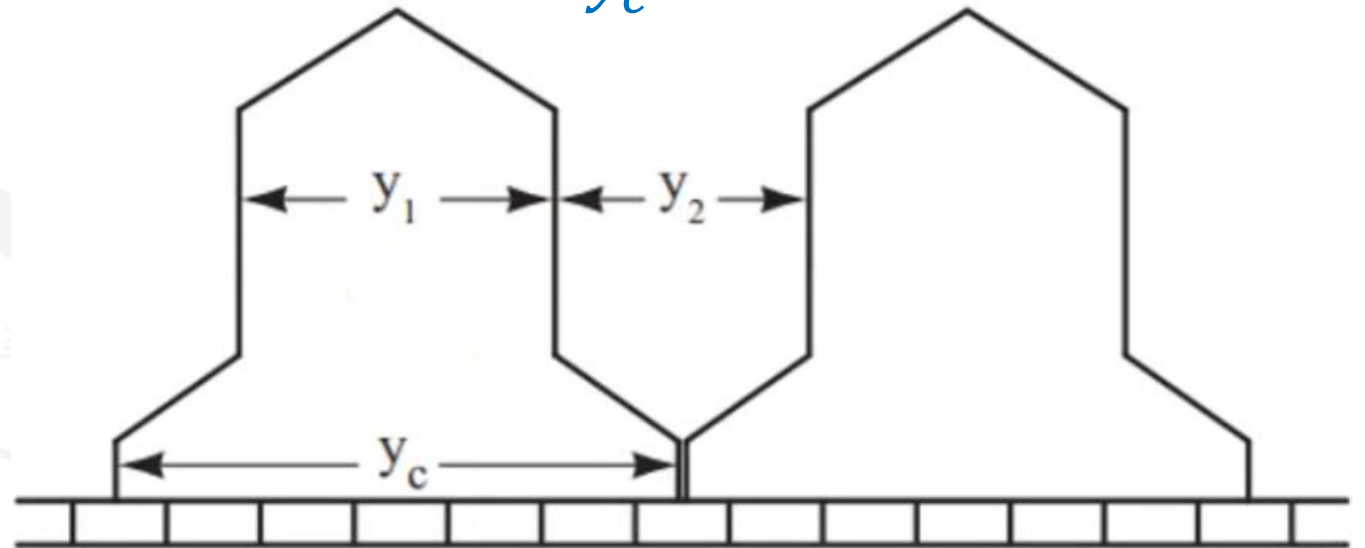


- فاصله بین سر و ته یک کلاف روی کموتاتور بر حسب تعداد عایق های مابین تیغه های کموتاتور را گام کموتاتور می گویند.

$$y_c = 1$$



$$y_c = 6$$





# روش های سیم پیچی آرمیچر



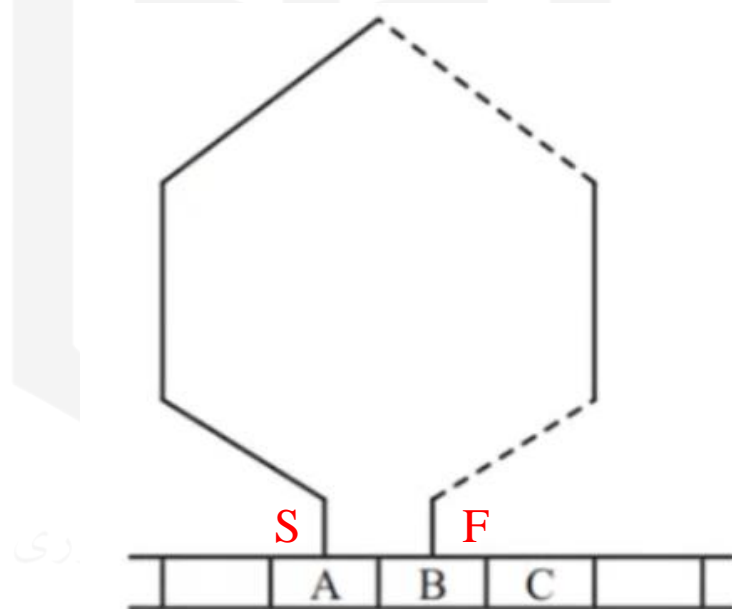
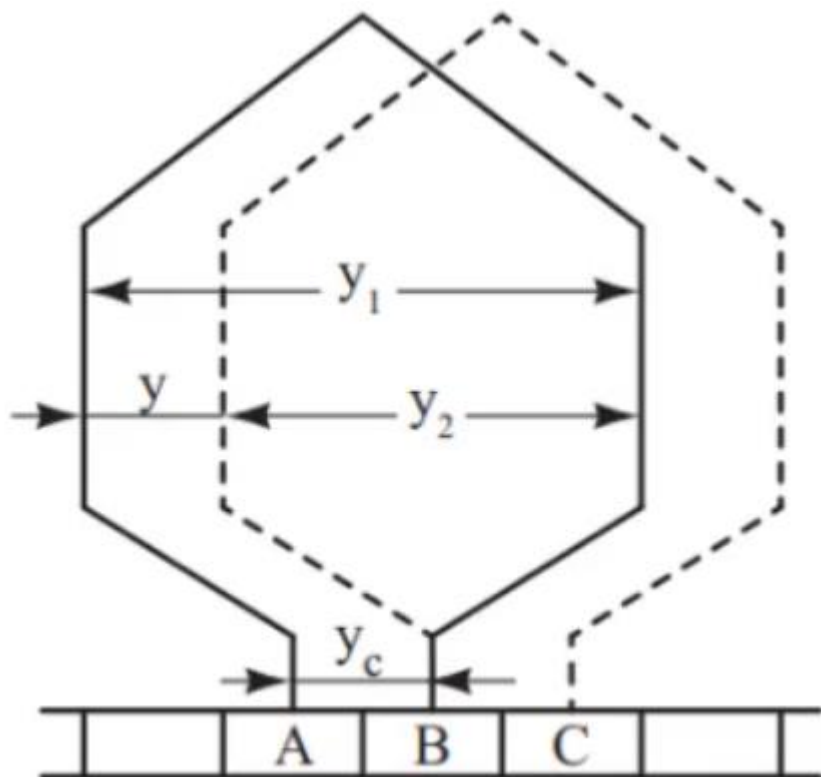
- رایج ترین شکل های سیم پیچی **حلقوی** و **موجی** است.
- سیم پیچی های حلقوی و موجی در شکل سیم پیچی و نحوه اتصال کلاف ها به تیغه های کموتاتور تفاوت دارند.
- هر کدام به دو صورت **ساده** و **مرکب** اجرا می شوند.



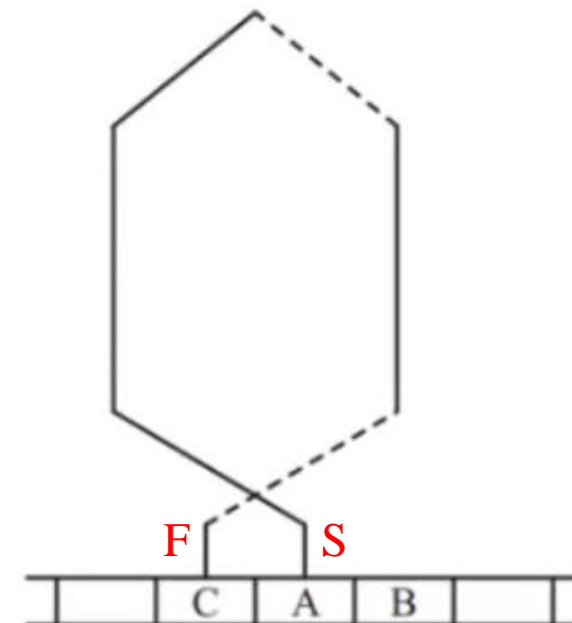
# سیم پیچی حلقوی ساده



- سر و ته یک کلاف به دو تیغه کموتاتور مجاور متصل می شود و ته کلاف اولیه و سر کلاف بعدی به همدیگر متصل می شوند.



کلاف با سربندی حلقوی راست گرد

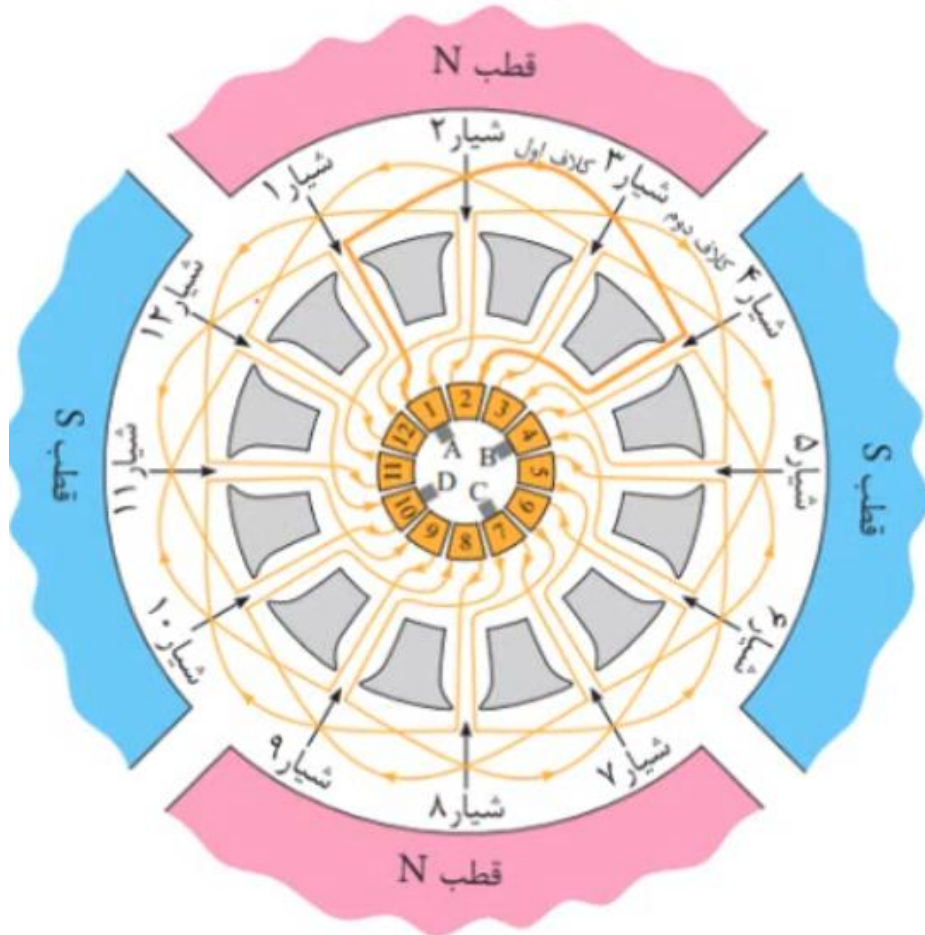


کلاف با سربندی حلقوی چپ گرد



# سیم پیچی حلقوی ساده

جهت گردش آرمیچر

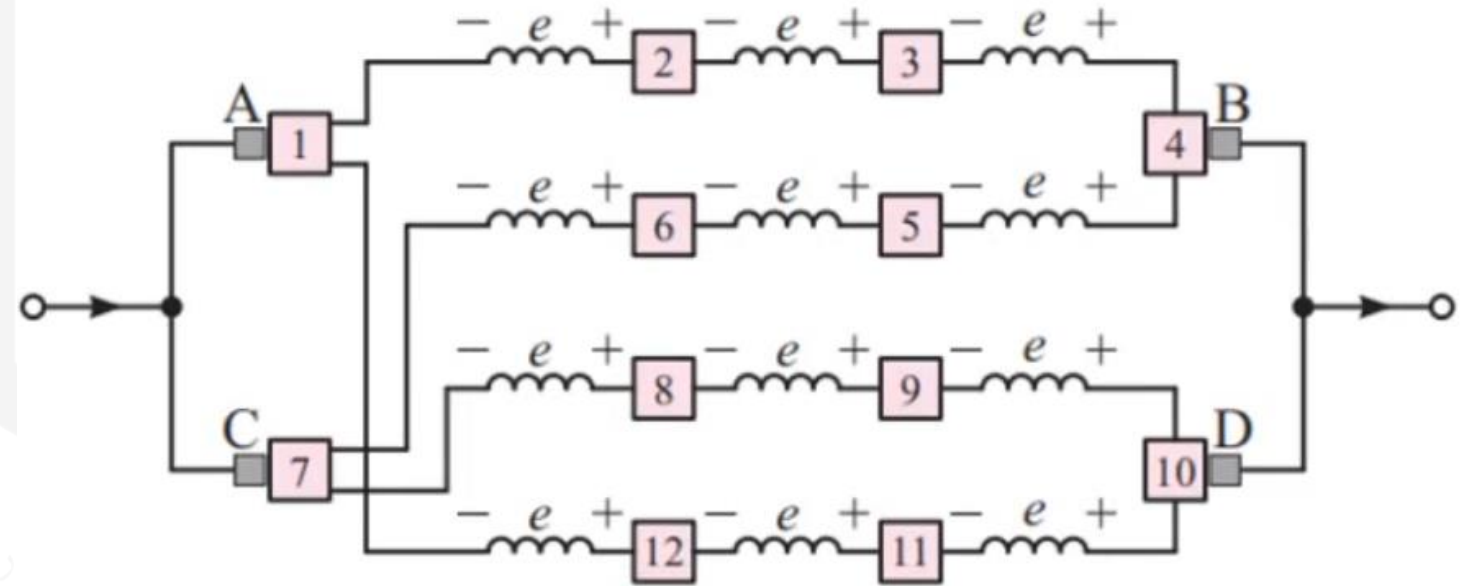
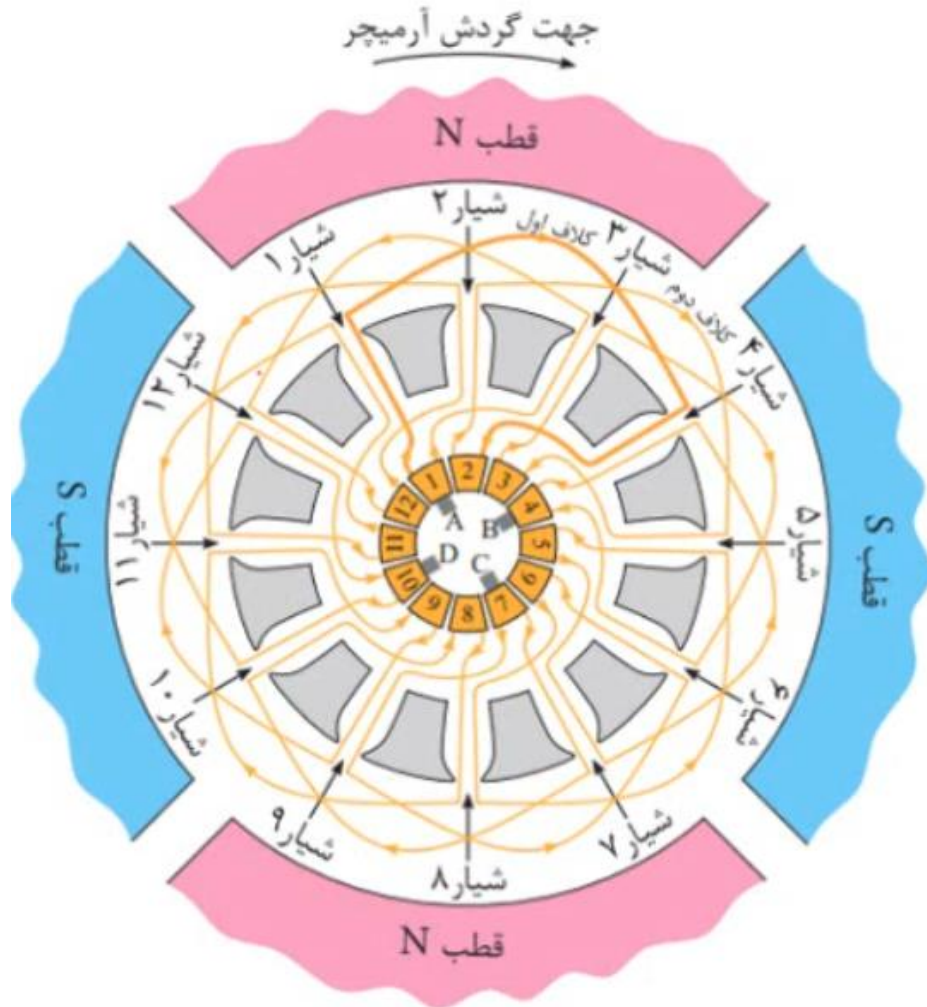


- سیم پیچی حلقوی ساده موتور ۱۲ شیار و ۴ قطب.
- نام کلاف با سیم پررنگتر را کلاف اول می‌گذاریم.
- بازوی اول در شیار ۱ و بازوی دوم در شیار چهار است.
- چون ته کلاف به تیغه ۲ کموتاتور در سمت راست وصل است، این، حلقوی راستگرد است.
- کلاف ۱ با ۲ سری است. ۲ با ۳ سری است. ۴ با این سه موازی می‌شود.
- جریان از تیغه‌های ۱ و ۷ خارج و به ۴ و ۱۰ وارد می‌شود.



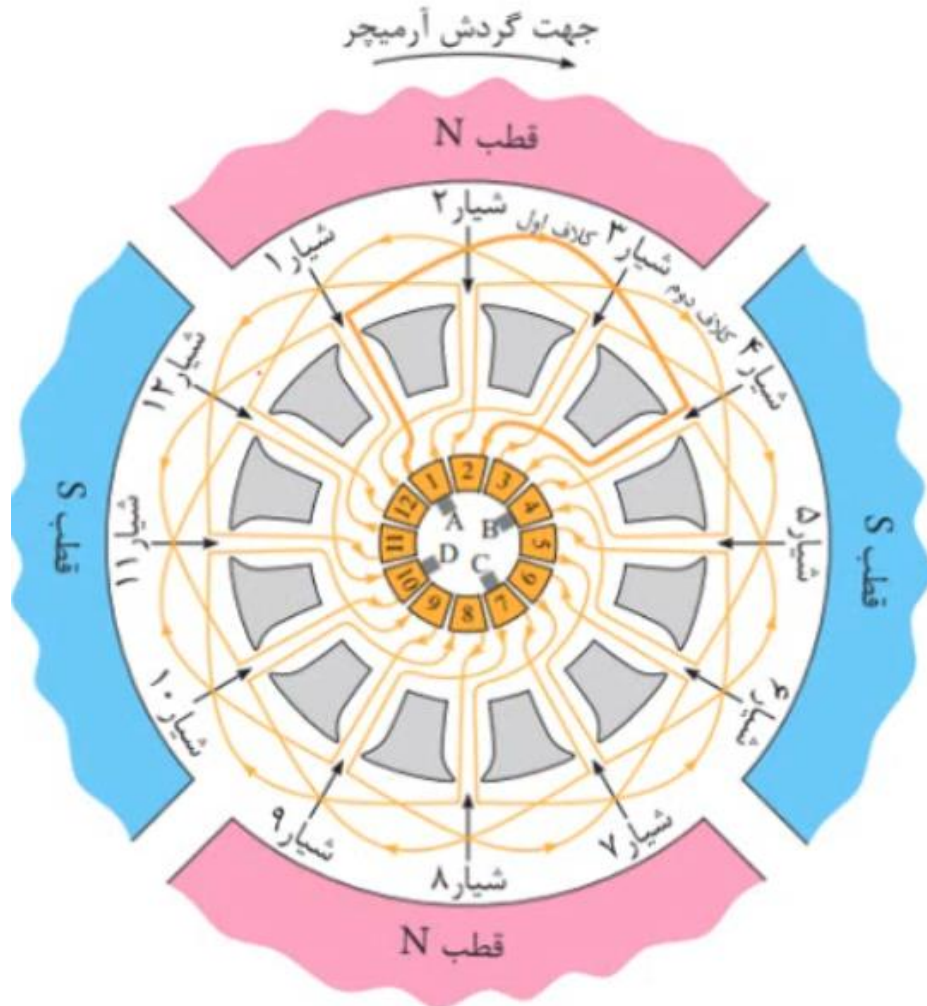


# سیم پیچی حلقوی ساده

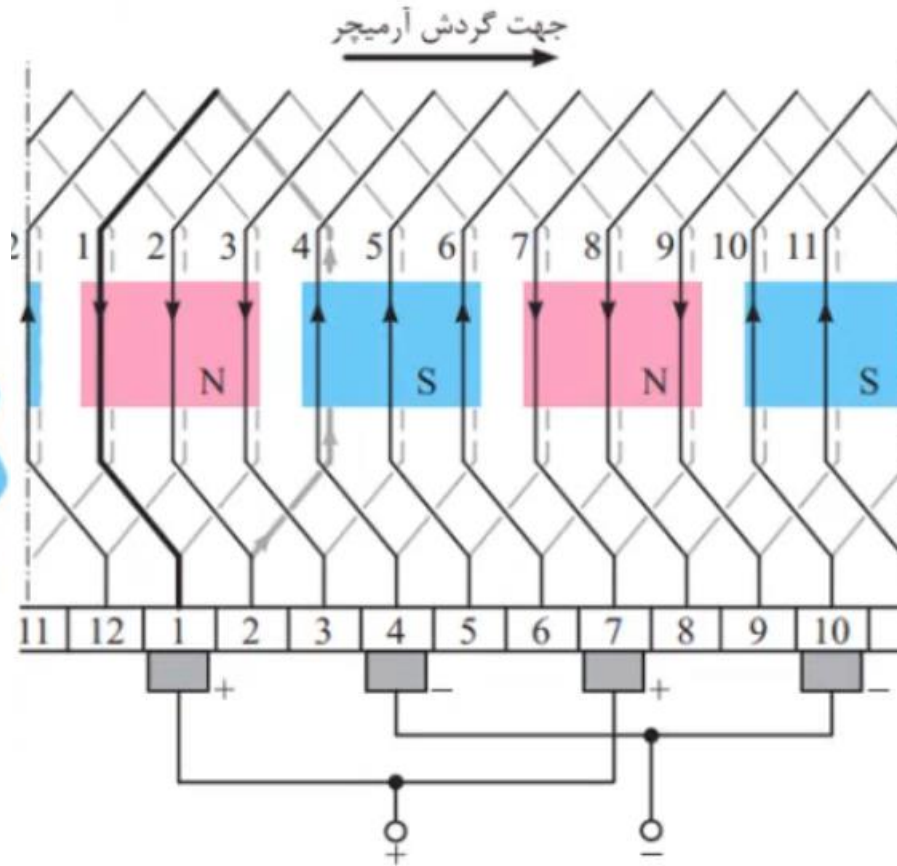




# سیم پیچی حلقوی ساده



• سیم پیچی حلقوی ساده موتور ۱۲ شیار و ۴ قطب



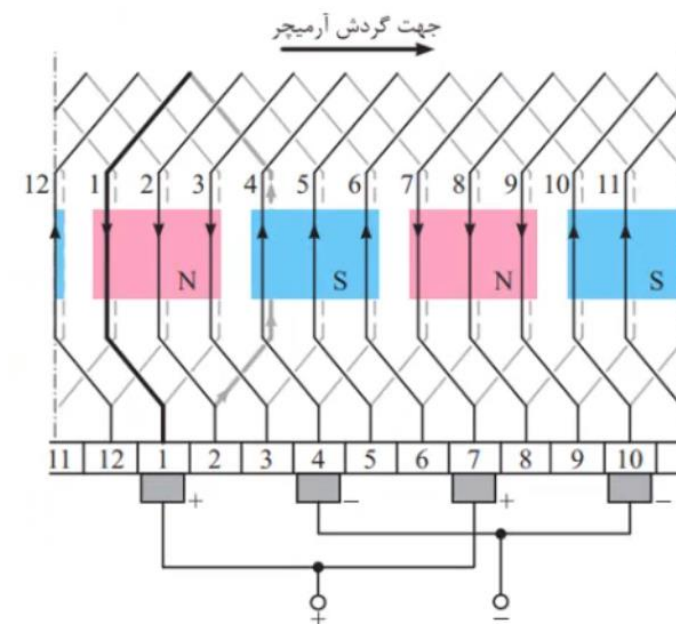
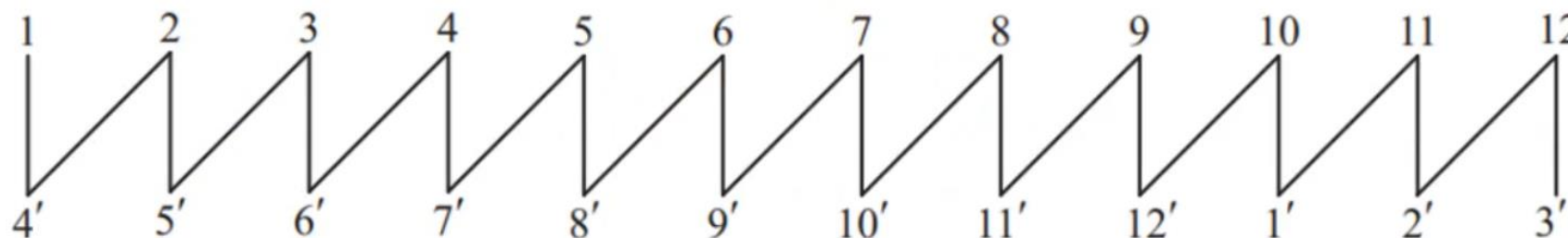
• دیاگرام گسترده



# سیم پیچی حلقوی ساده



- سیم پیچی حلقوی ساده موتور ۱۲ شیار و ۴ قطب - دیاگرام سریع
- برای بازوهای که در زیر شیار قرار می‌گیرند از علامت پریم استفاده می‌کنند.





# سیم پیچی حلقوی ساده

- گام کموتاتور  $y_c = 1$  یا  $y_c = -1$  است.
- تعداد جاروبک ها برابر تعداد قطب ها است.
- پهنای هر جاروبک با عرض تیغه کموتاتور برابر است.
- تعداد راه های جریان برابر تعداد قطب ها است.  $a = P$
- روابط  $y_c = y$  و  $y = y_1 - y_2$  برقرار هستند.



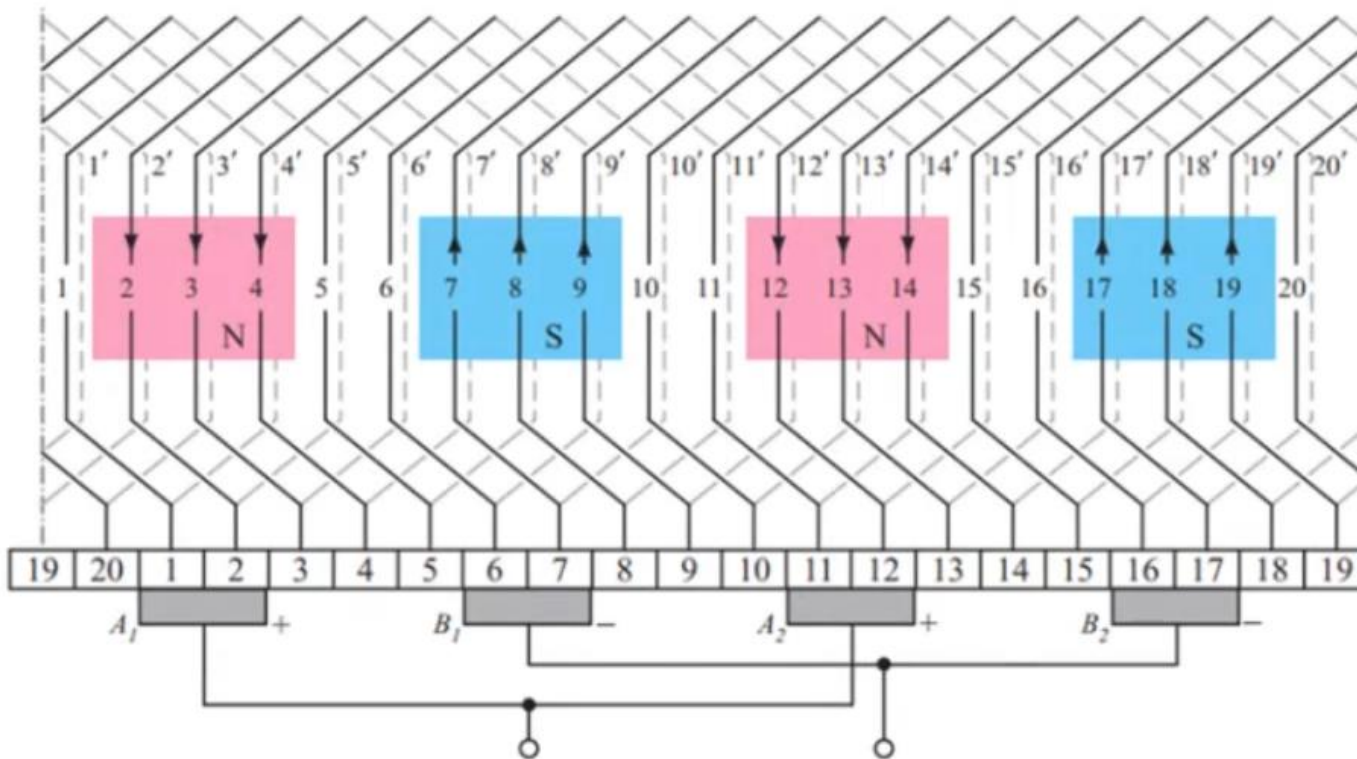
# سیم پیچی حلقوی مرکب

- از موازی شدن  $M$  سیم پیچی، سیم پیچی حلقوی ساده ایجاد می شود.
- تعداد راه های جریان:

$$a = mp$$

- گام کموتاتور:

$$y_c = \pm m$$



دیاگرام گسترده سیم پیچی حلقوی مرکب دو گانه رتور ۲۰ شیار چهار قطب

$M=2$





# سیم پیچی حلقوی مرکب

- قابل استفاده برای موتورهای جریان بالا
- درجه ترکیب نشان می‌دهد، سیم پیچی از چند سیم پیچی حلقوی ساده تشکیل شده
- گام کموتاتور  $y_c = m$  یا  $y_c = -m$  است.
- تعداد جاروبک‌ها و قطب‌ها یکسان است.
- پهنای هر جاروبک  $m$  برابر تیغه کموتاتور و گام سیم پیچی و کموتاتور یکسان است.

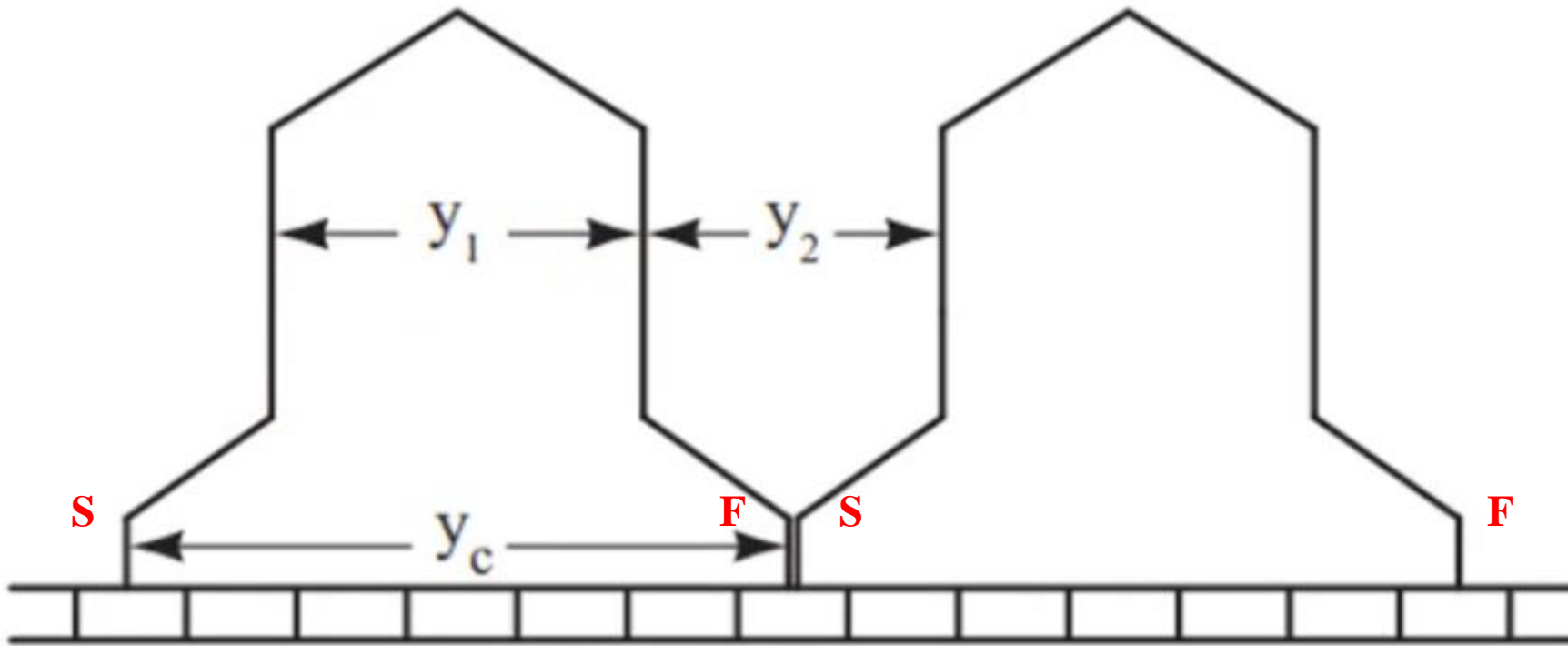
- روابط  $I_{a1} = \frac{I_A}{a}$  و  $y = y_1 - y_2$  برقرار هستند.
- $I_A$  جریان آرمیچر  
 $a$  تعداد راه‌های جریان  
 $I_{a1}$  جریان عبوری از هر کدام از مسیرهای جریان  
 $y$  گام سیم‌پیچی،  $y_1$  گام رفت،  $y_2$  گام برگشت



# سیم پیچی موجی ساده



- سر و ته هر کلاف با فاصله زیاد به دو تیغه کموتاتور متصل هستند و سر کلاف بعدی به ته کلاف اولیه متصل می شود.

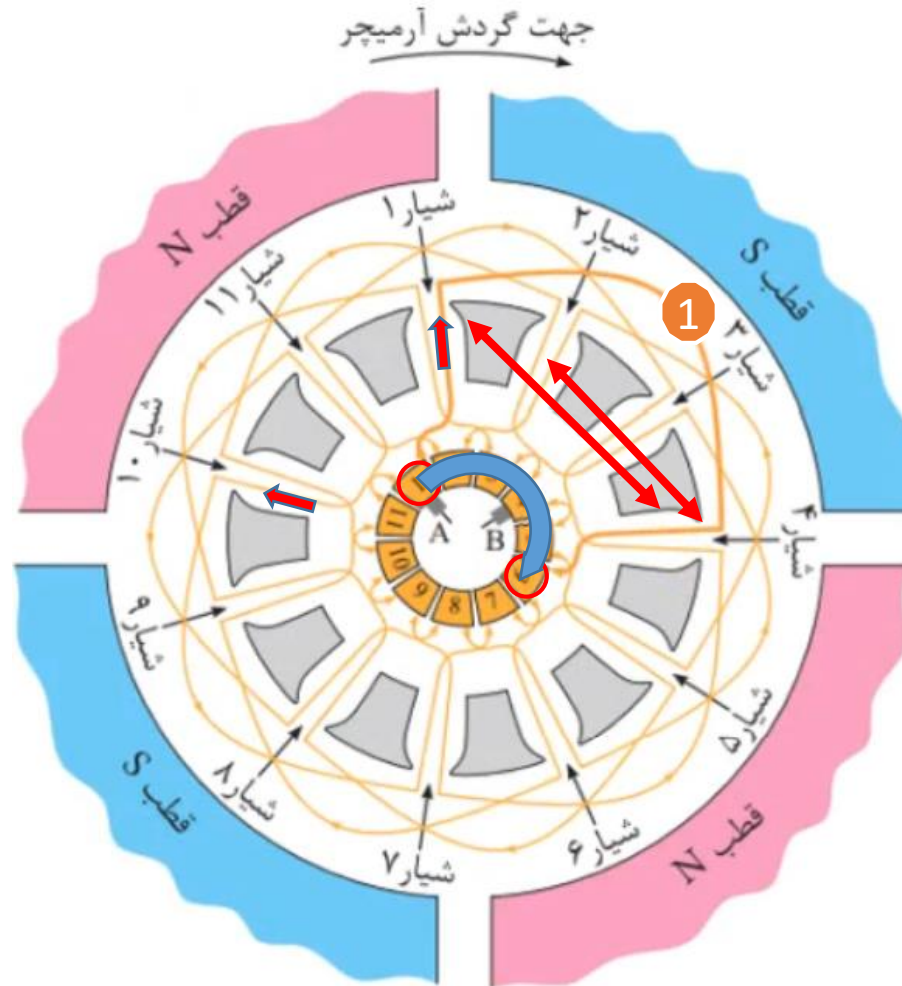




# سیم پیچی موجی ساده



• دیاگرام دایره ای



گام رفت

گام برگشت

گام کموتاتور

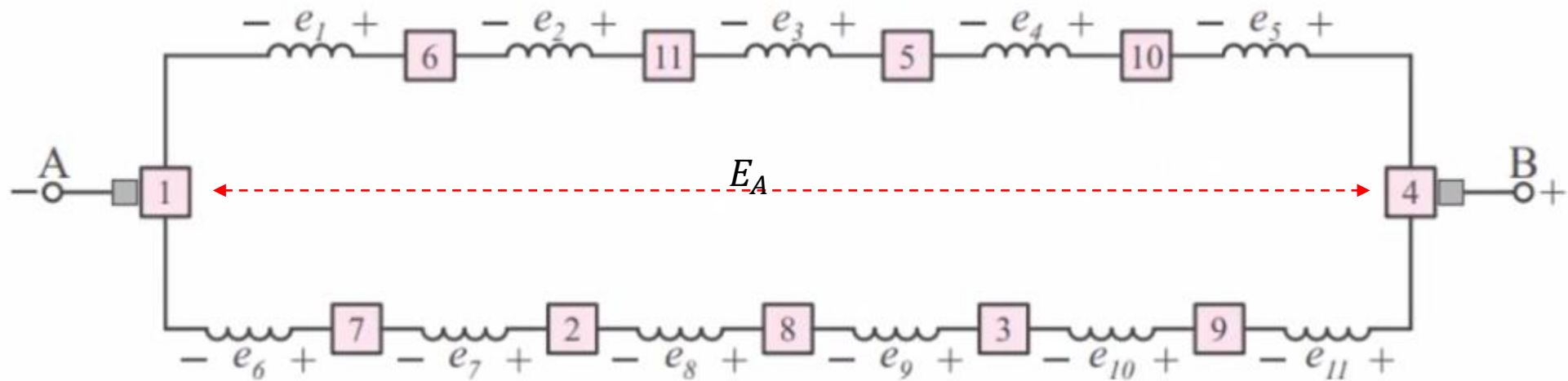
$$\begin{cases} y_1 = 2 \\ y_2 = 2 \\ y_c = 5 \end{cases}$$



# سیم پیچی موجی ساده



• دیاگرام خطی



$$a = 2$$

$$I_{a)} = \frac{I_A}{a}$$

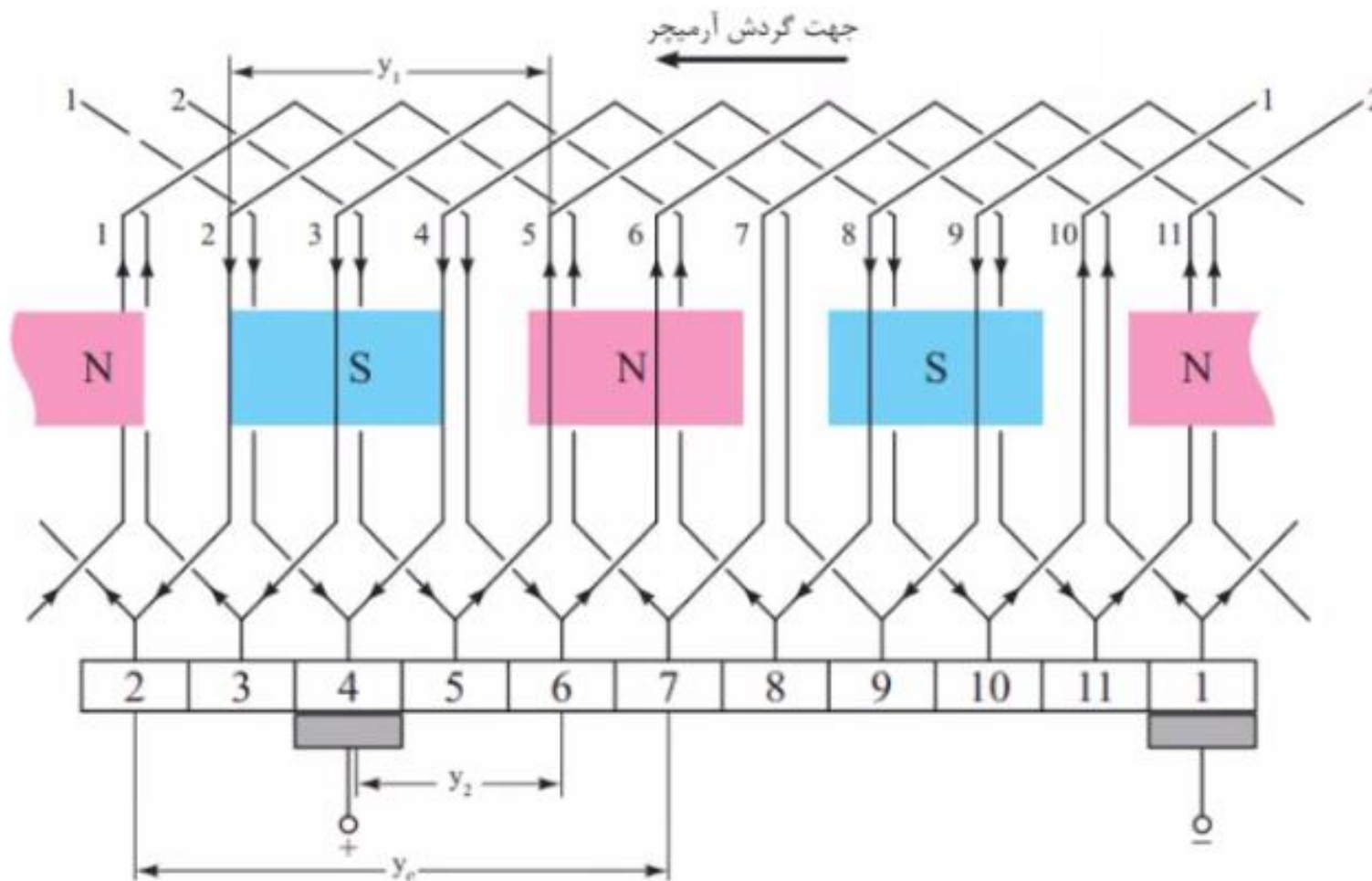
$$E_A = 5e$$



# سیم پیچی موجی ساده



• دیاگرام گسترده



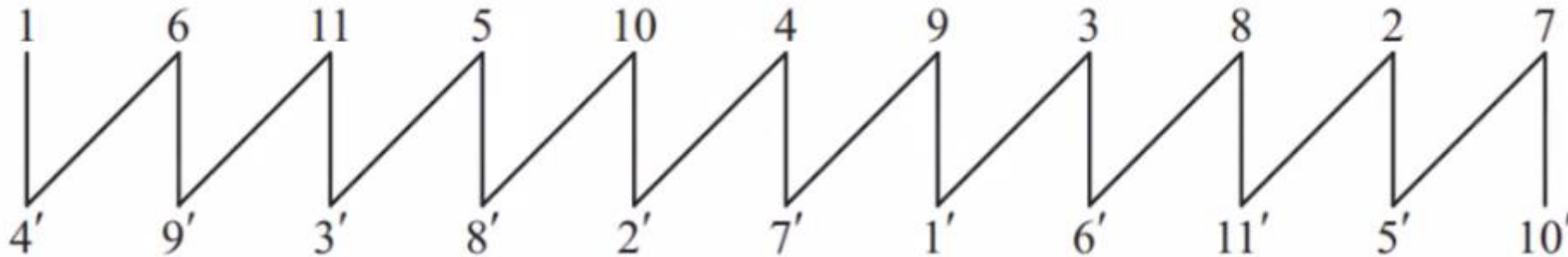


وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت

# سیم پیچی موجی ساده



• دیاگرام سریع



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه جیرفت





# سیم پیچی موجی ساده

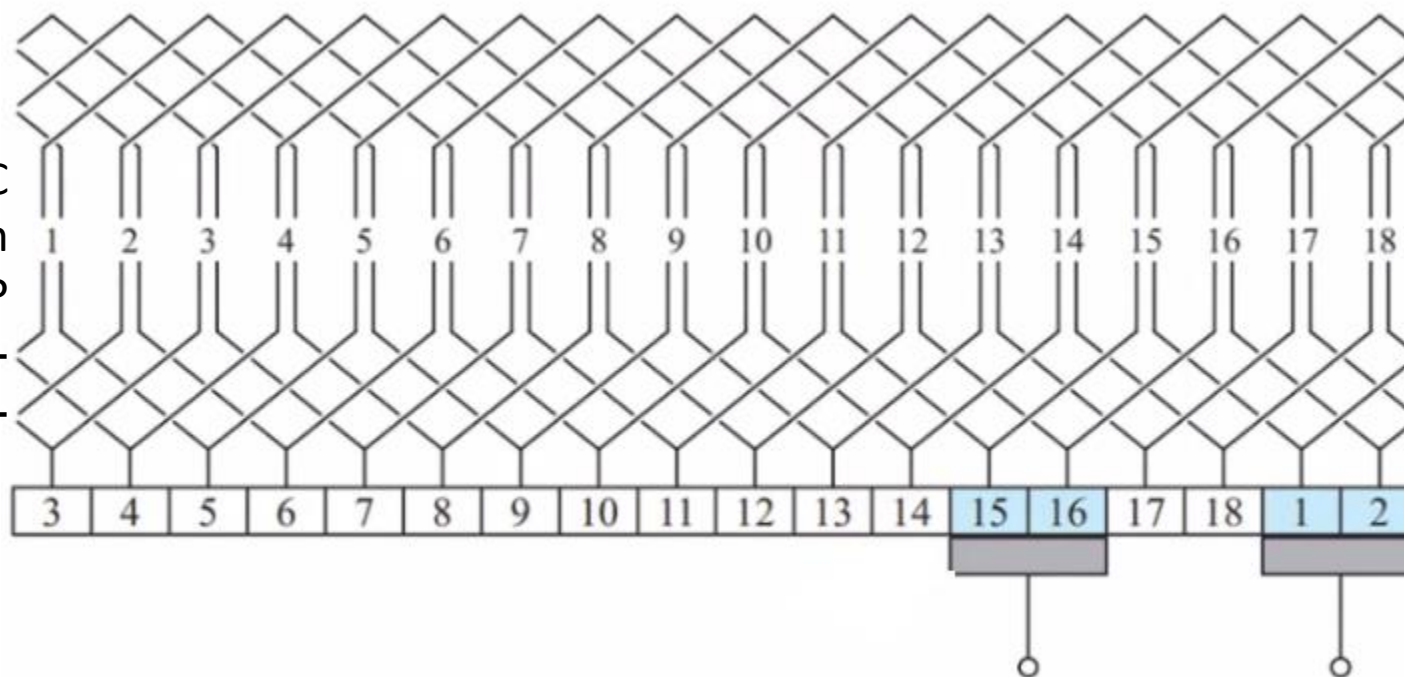


- تعداد جاروبک ها برابر ۲ است.
- پهنای جاروبک و تیغه کموتاتور یکسان است.
- تعداد راه های جریان برابر ۲ است.
- روابط  $y_c = y$  و  $y = y_1 + y_2$  برقرار هستند.



# سیم پیچی موجی مرکب

• از اتصال موازی  $m$  سیم پیچی موجی ساده تشکیل شده است.



$$a = 2m$$

$$y_c = \frac{2(c \pm m)}{P}$$

دیاگرام گسترده سیم‌پیچی موجی مرکب دوگانه رتور ۱۸ شیار ۴ قطب



# سیم پیچی موجی مرکب



- قابل استفاده در جریان های بالا
- درجه ترکیب نشان می دهد، سیم پیچی از چند سیم پیچی موجی ساده تشکیل شده
- تعداد جاروبک ها به تعداد قطب ها بستگی ندارد و بطور ثابت برابر ۲ است.
- پهنای هر جاروبک  $m$  برابر عرض تیغه کموتاتور است.
- روابط مقابل برقرار است:

$$a = 2m$$

$$y = y_c$$

$$y = y_1 + y_2$$

$$y_c = \frac{2(c \pm m)}{p} \quad I_{a1} = \frac{I_A}{a}$$