





مبانی ماشین‌های الکتریکی

جریان مستقیم

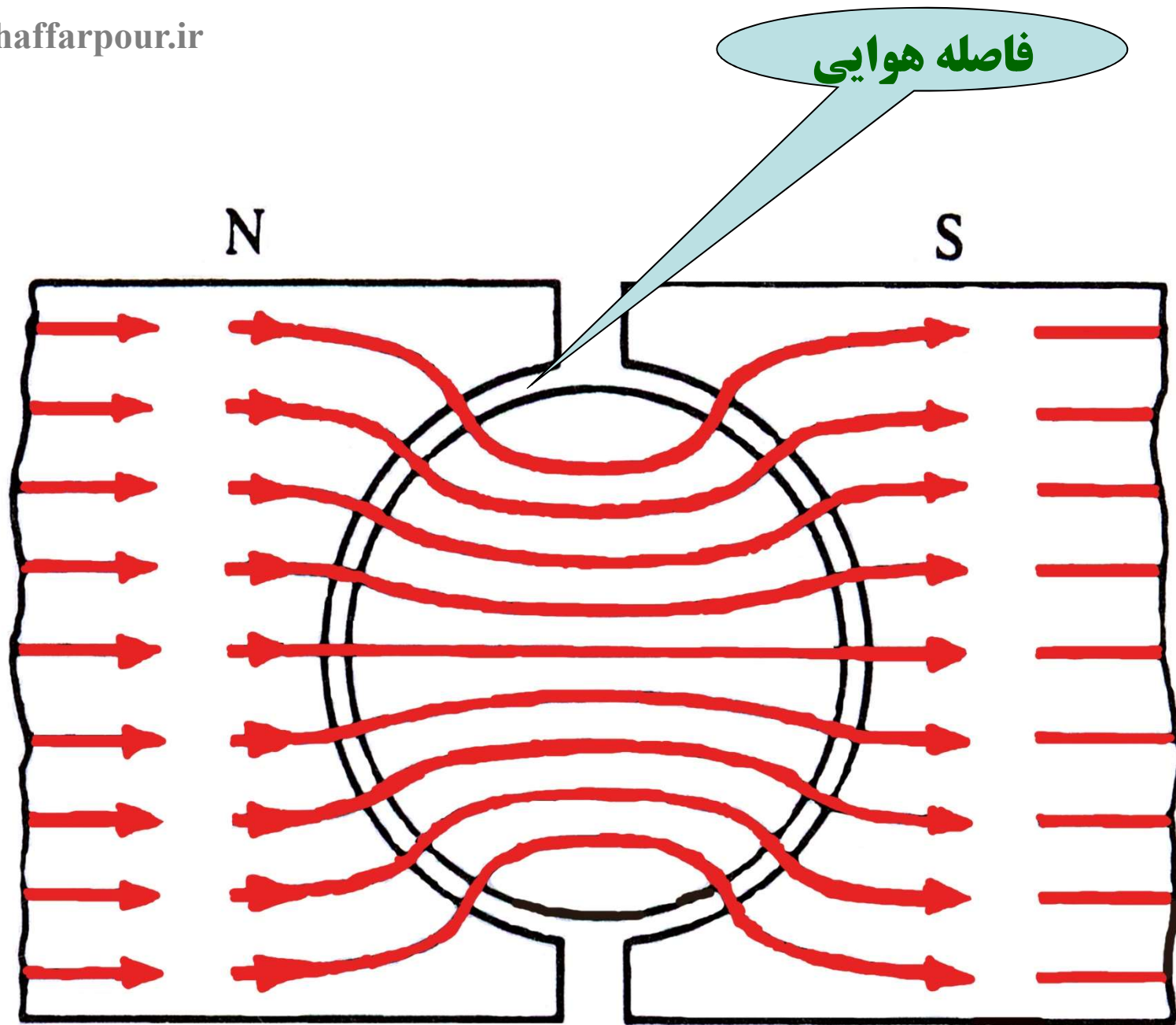
DC Machinery Fundamentals

حلقه چرخان ساده

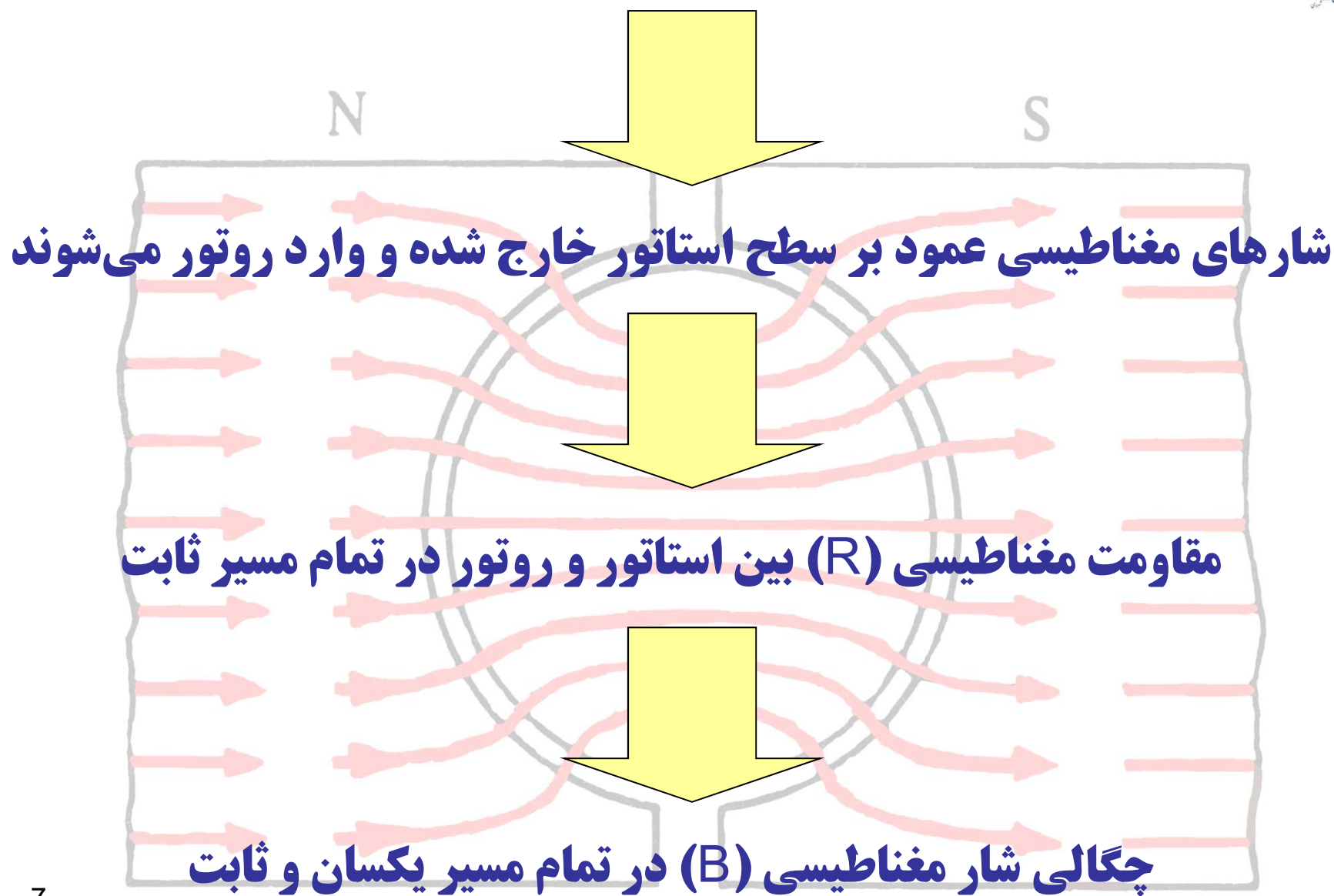
بین دو قطب N-S منحنی شکل

استاتور = میدان (Field)

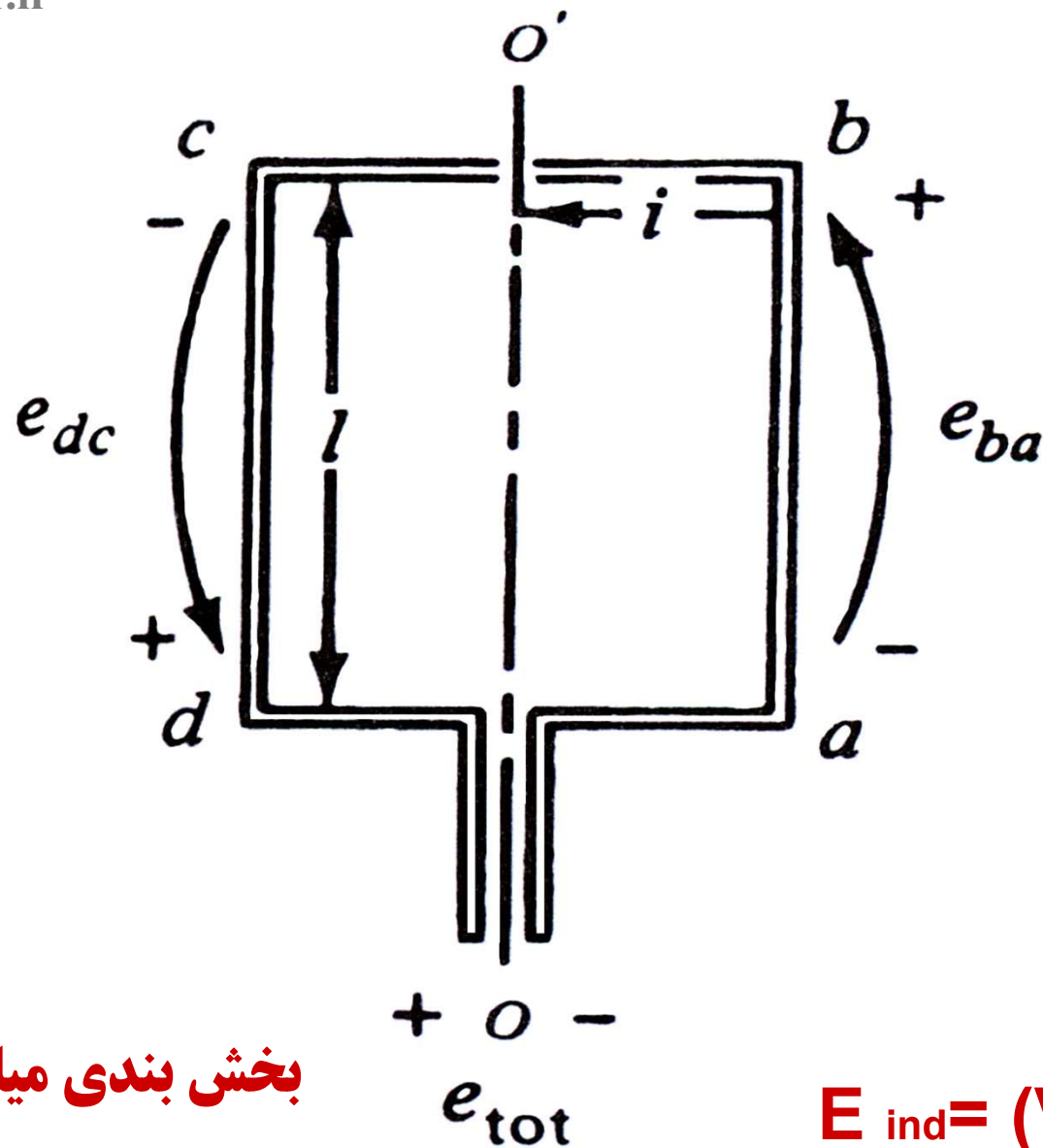
روتور = آرمیچر (Armature)



فاصله هوایی بین استاتور و روتور به صورت منحنی



ولتاژ القاء شده در حلقه چرخان



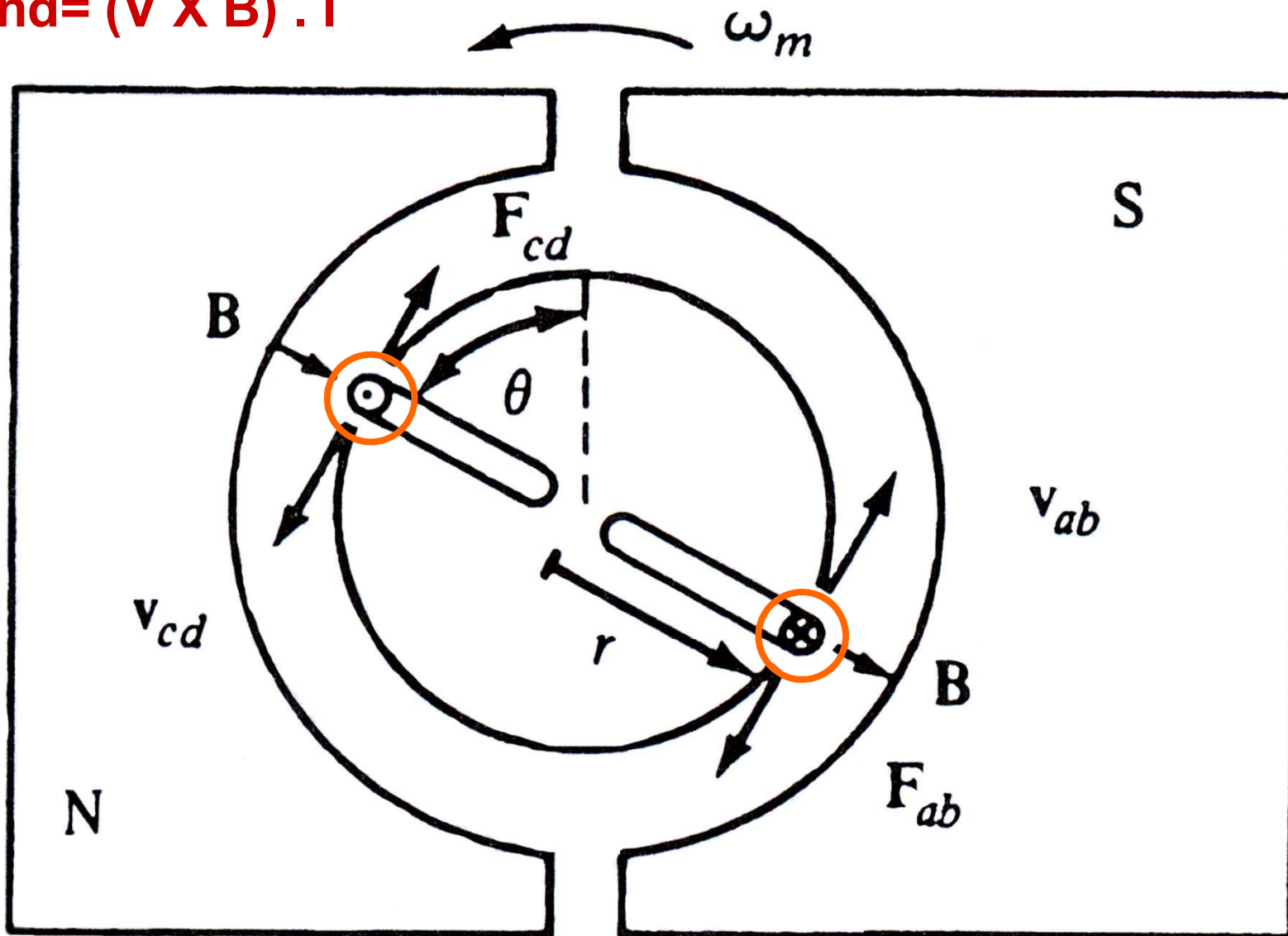
بخش بندی میله های روتور

ab bc cd da

$$\mathbf{E}_{ind} = (\mathbf{V} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{l}$$

نمای روبرو و جهت ولتاژ القا شده در سیم

$$E_{ind} = (V \times B) \cdot l$$





$$E_{ba} = (V \times B) \cdot l$$

$$= \begin{cases} VBI & \text{(زیر قطب ها) مثبت به سمت داخل صفحه} \\ 0 & \text{(خارج قطب ها)} \end{cases}$$

ب) بخش bc

$$E_{cb} = 0 \quad \text{حاصل ضرب } V \times B \text{ بر } L \text{ عمود است}$$

$$E_{dc} = (V \times B) \cdot I$$

$$= \begin{cases} VBI & \text{(زیر قطب ها) مثبت به سمت داخل صفحه} \\ 0 & \text{(خارج قطب ها)} \end{cases}$$

د) بخش da

$$E_{ad} = 0 \quad \text{حاصل ضرب } V \times B \text{ بر } L \text{ عمود است}$$

$$e_{ind} = E_{ba} + E_{cb} + E_{dc} + E_{ad}$$

$$= \left. \begin{array}{l} 2vBI \\ 0 \end{array} \right\}$$

$$A_p = \pi r l = \text{سطح مقطع زیر هر قطب}$$

$$V = r \omega \quad \text{و}$$

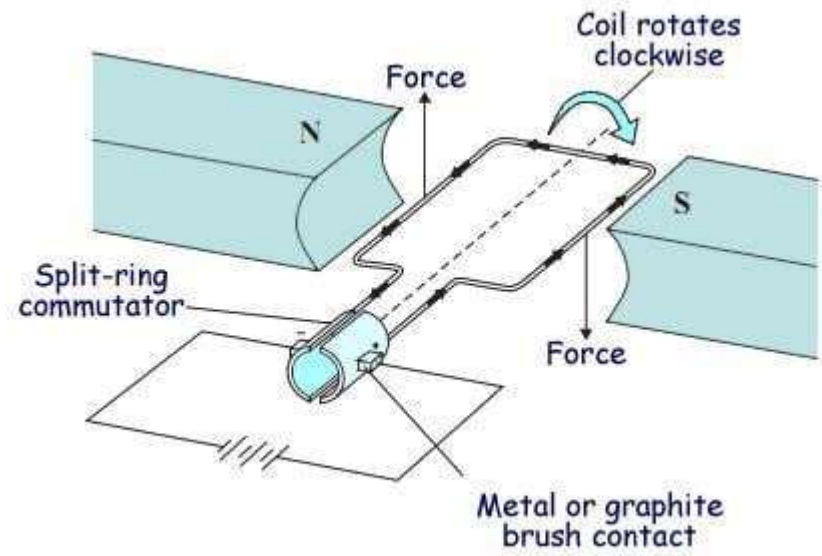
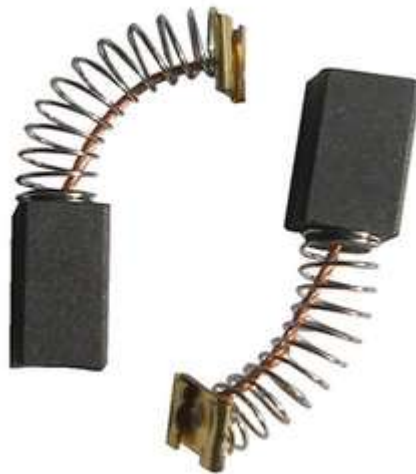
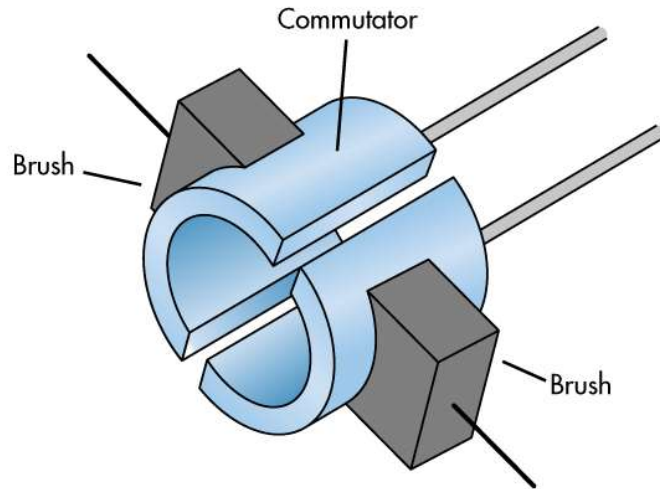
$$e_{ind} = \frac{2}{\pi} \varphi \omega$$

ولتاژ القاء شده در ماشین به سه عامل بستگی دارد:

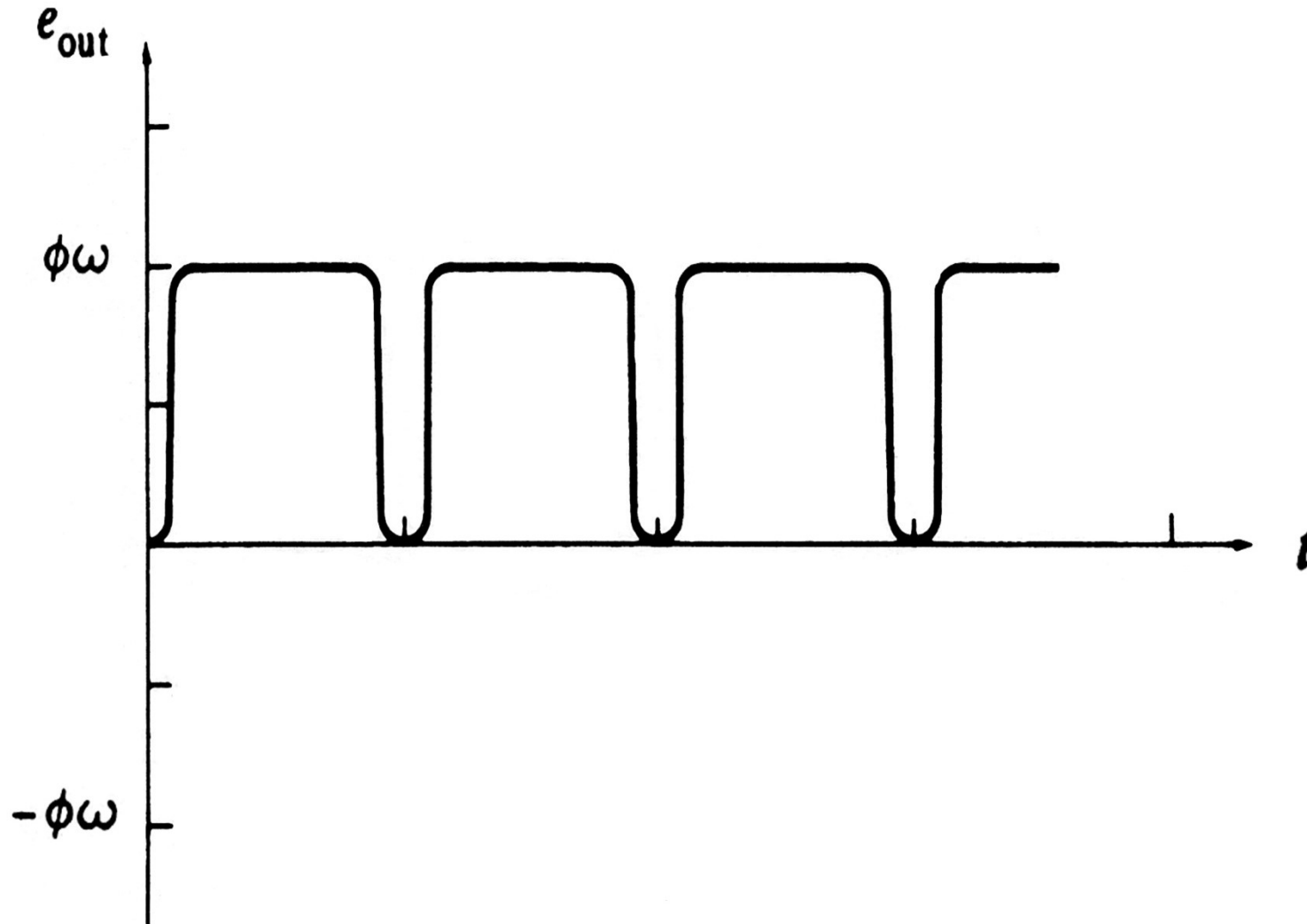
۱- شار ماشین

۲- سرعت چرخش

۳- ثابت نشان دهنده ساختمان ماشین



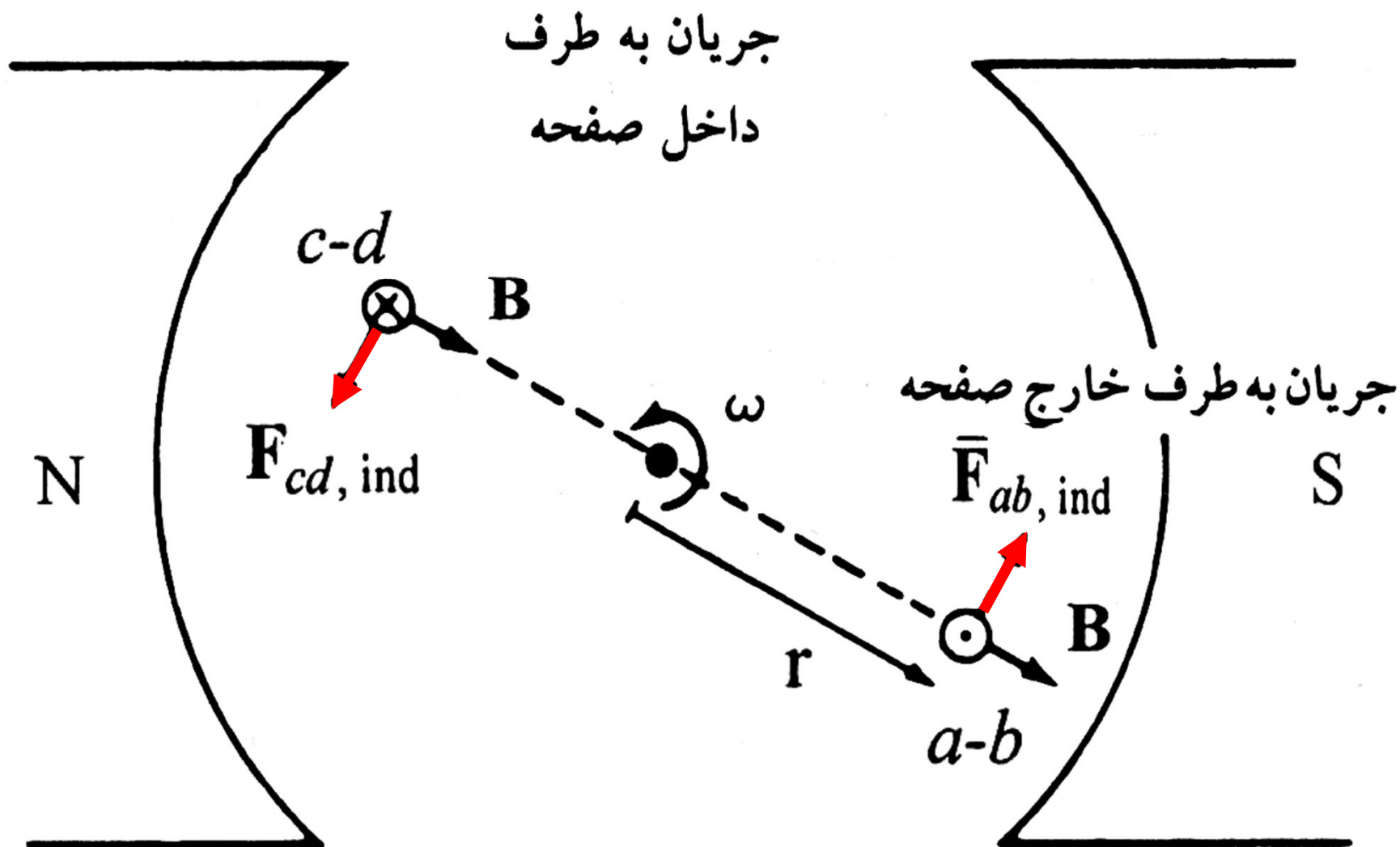
ولتاژ خروجی DC با کموتاتور و جاروبک



گشاور القاء شده در حلقه چرخان

$$\mathbf{F} = i (\mathbf{l} \times \mathbf{B})$$

قانون دست چپ





$$F_{ab} = i (l \times B)$$

$$= ilB \quad \text{(زیر قطبها) مماس بر جهت حرکت}$$

$$T_{ab} = r F \sin \theta$$

$$= r (ilB) \sin 90$$

$$= rilB \quad \text{جهت عکس عقربه‌های ساعت}$$

ب) بخش bc

$$F_{bc} = i (l \times B)$$

$$= 0 \quad \text{چون } B \text{ با } L \text{ موازی است}$$

$$T_{bc} = 0$$



$$F_{cd} = i (l \times B)$$

$$= i l B \quad \text{(زیر قطبها) مماس بر جهت حرکت}$$

$$T_{cd} = r F \sin \theta$$

$$= r (i l B) \sin 90$$

$$= r i l B \quad \text{جهت عکس عقربه‌های ساعت}$$

بخش د) da

$$F_{da} = i (l \times B)$$

$$= 0 \quad \text{چون } B \text{ با } L \text{ موازی است}$$

$$T_{da} = 0$$



$$T_{ind} = T_{ab} + T_{bc} + T_{cd} + T_{da}$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} 2rI^2B \\ 0 \end{array} \right.$$

$$A_p = \pi r l = \text{سطح مقطع زیر هر قطب}$$

$$T_{ind} = \frac{2}{\pi} \phi i$$

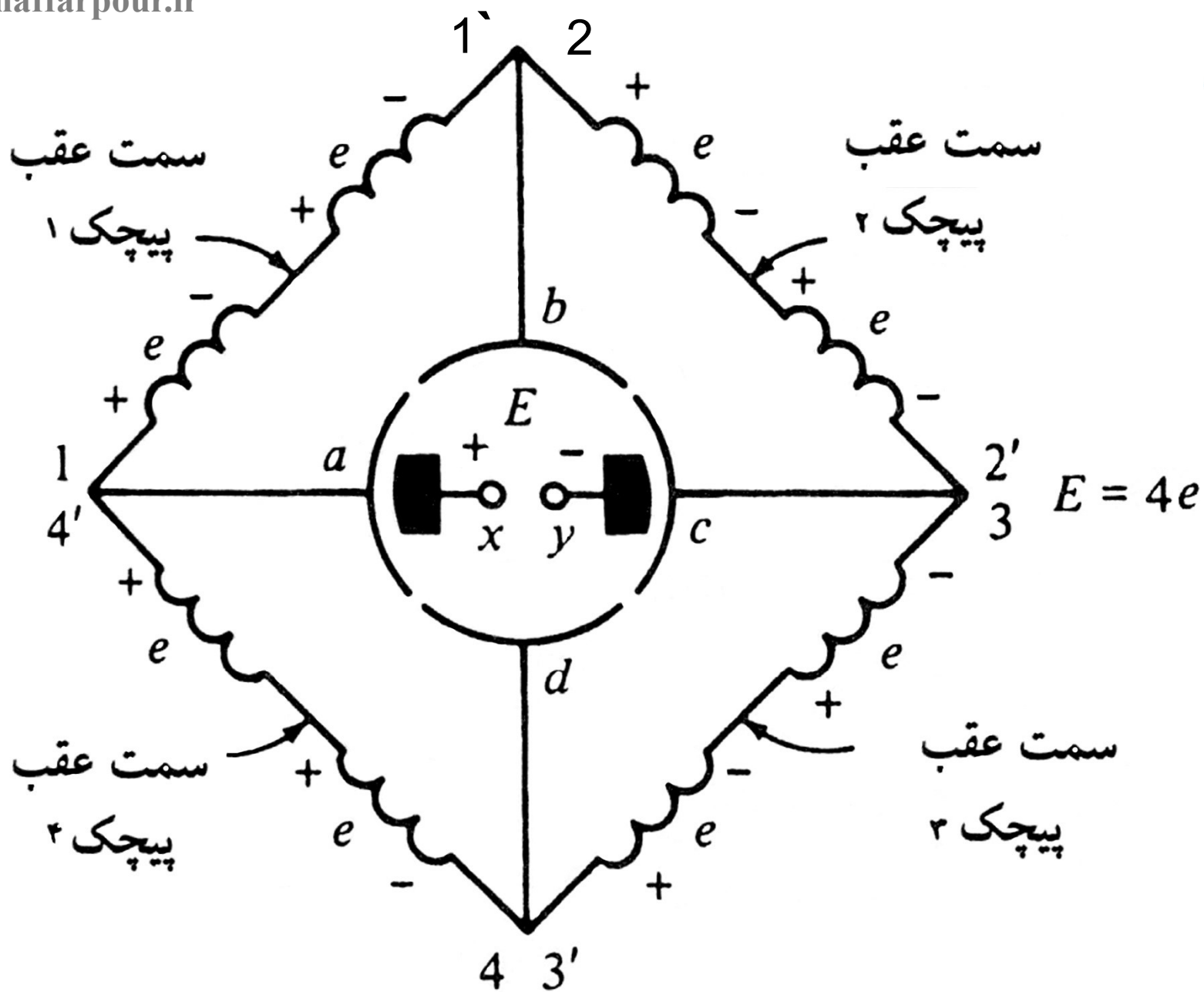
گشتاور القاء شده در ماشین به سه عامل بستگی دارد:

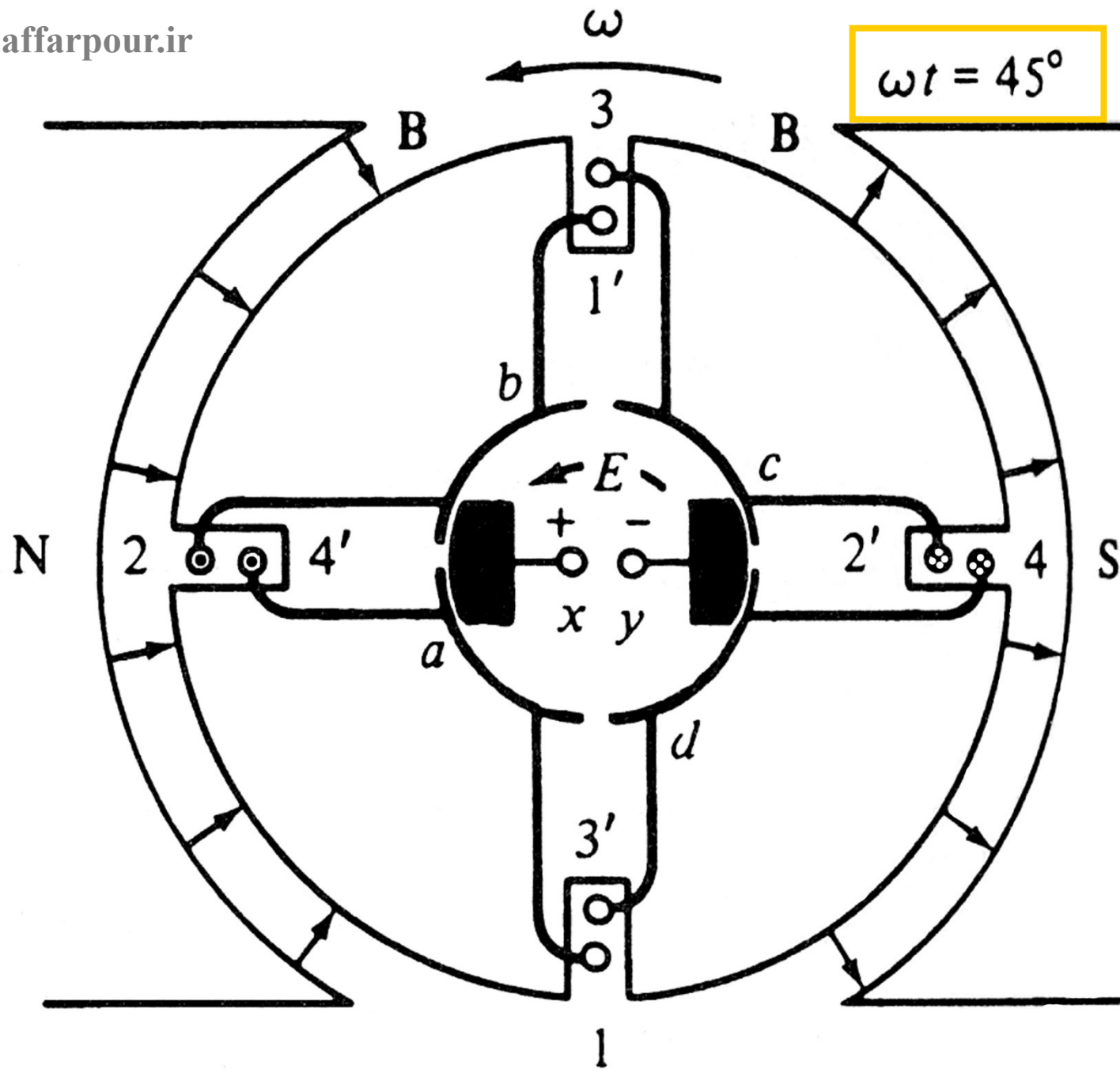
۱- شار ماشین

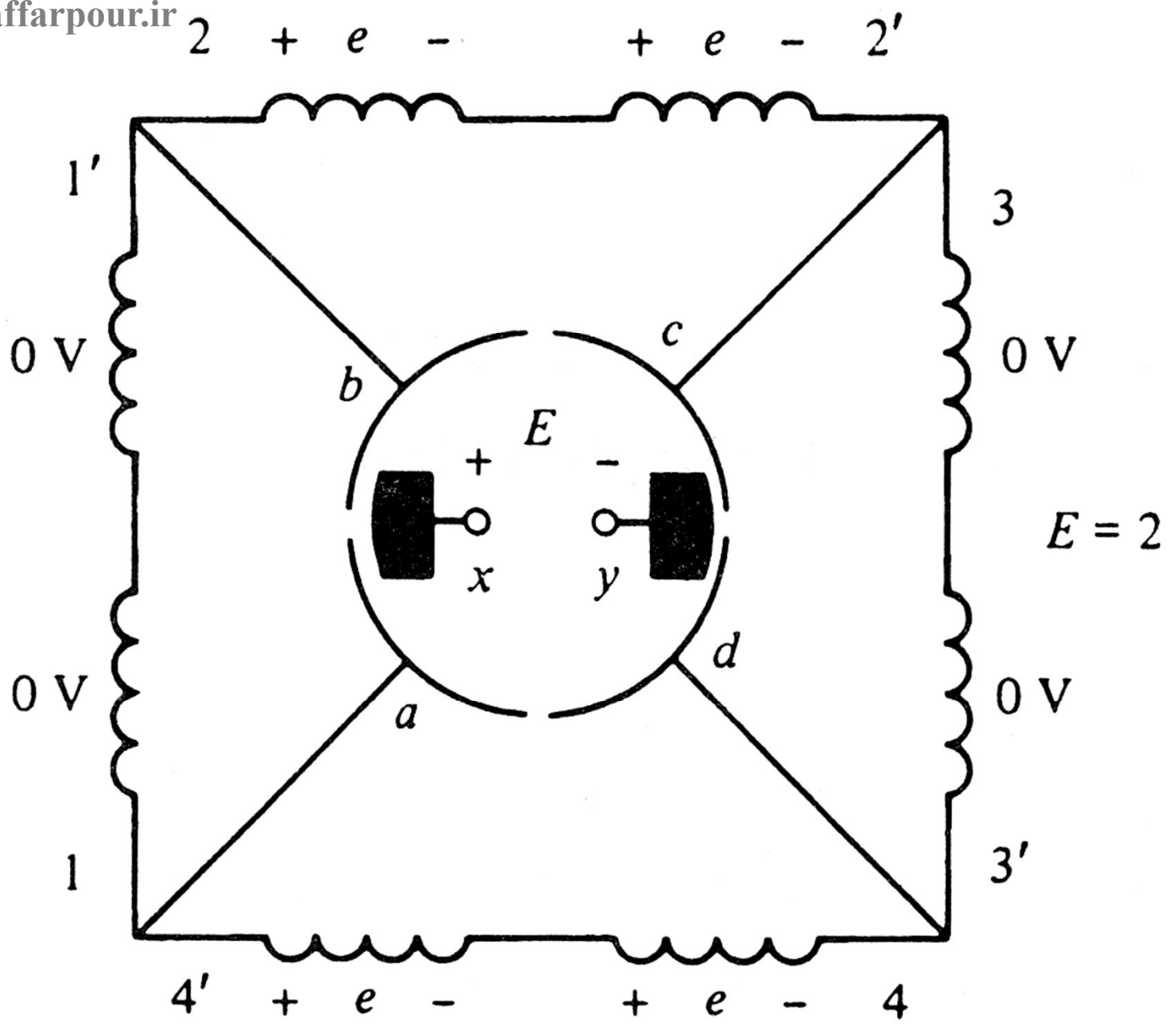
۲- جریان ماشین

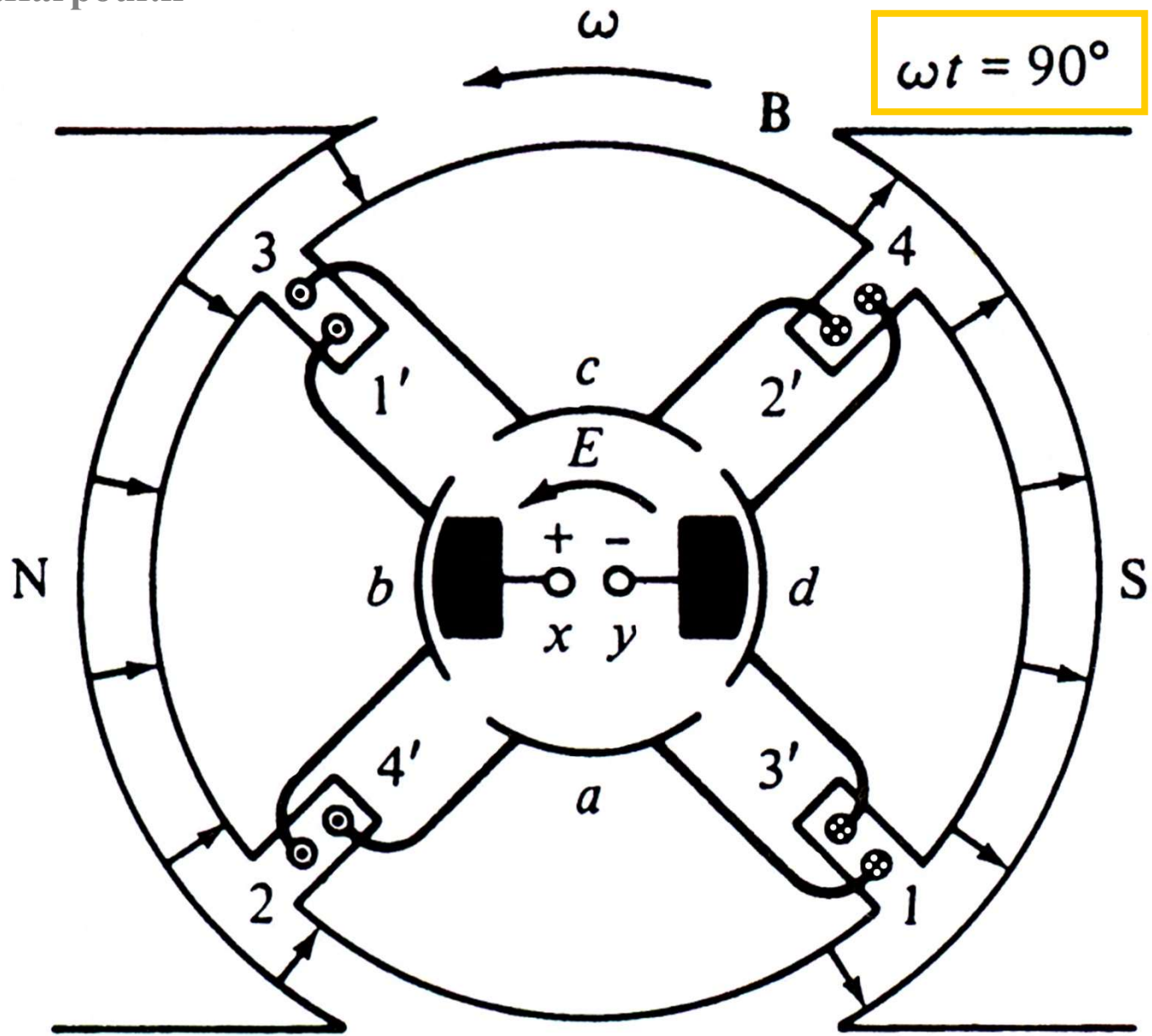
۳- ثابت نشان دهنده ساختمان ماشین

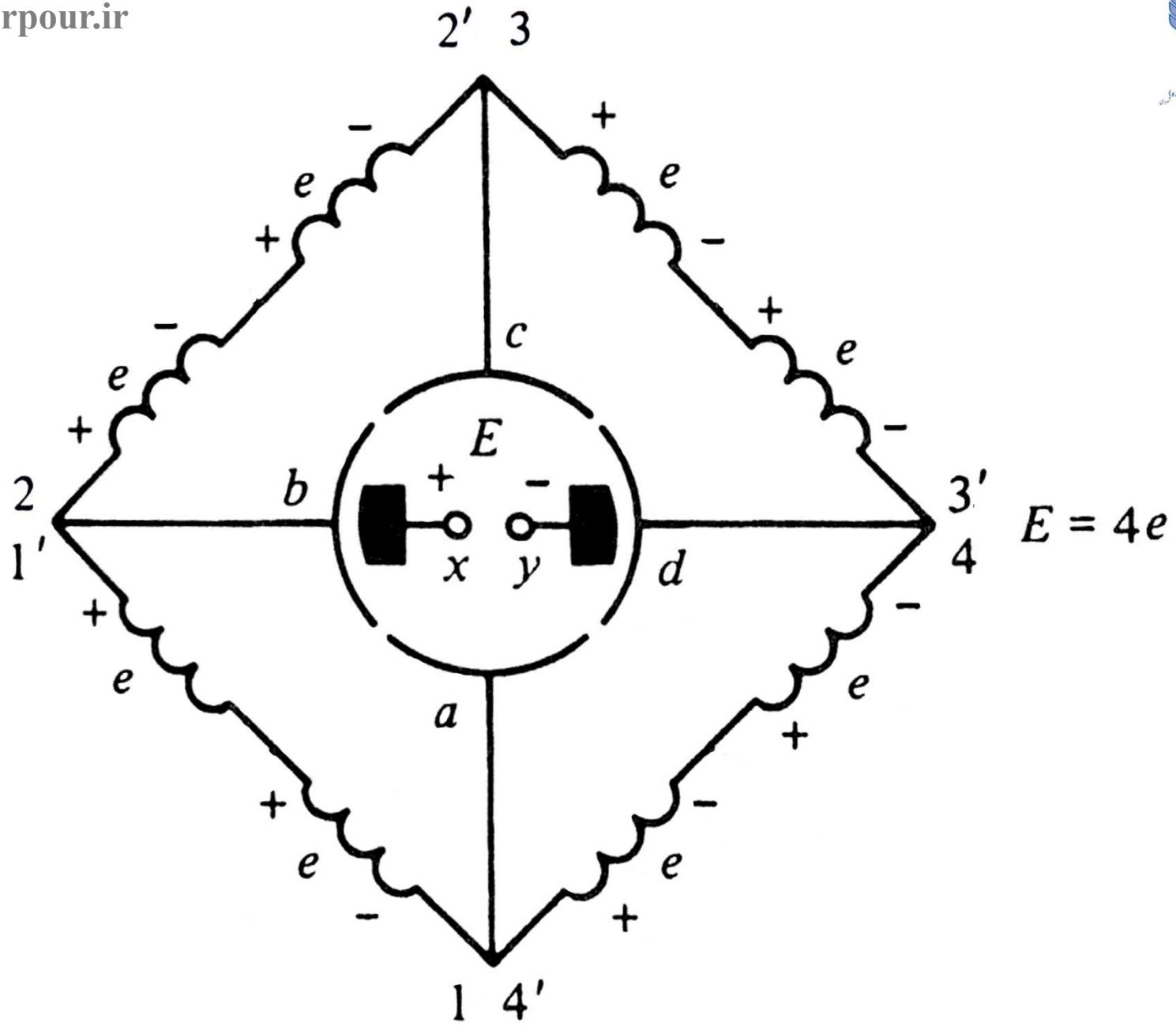
کموتاسیون در ماشین ساده DC با چهار حلقه











کموتاسیون و ساختمان آرمیچر در

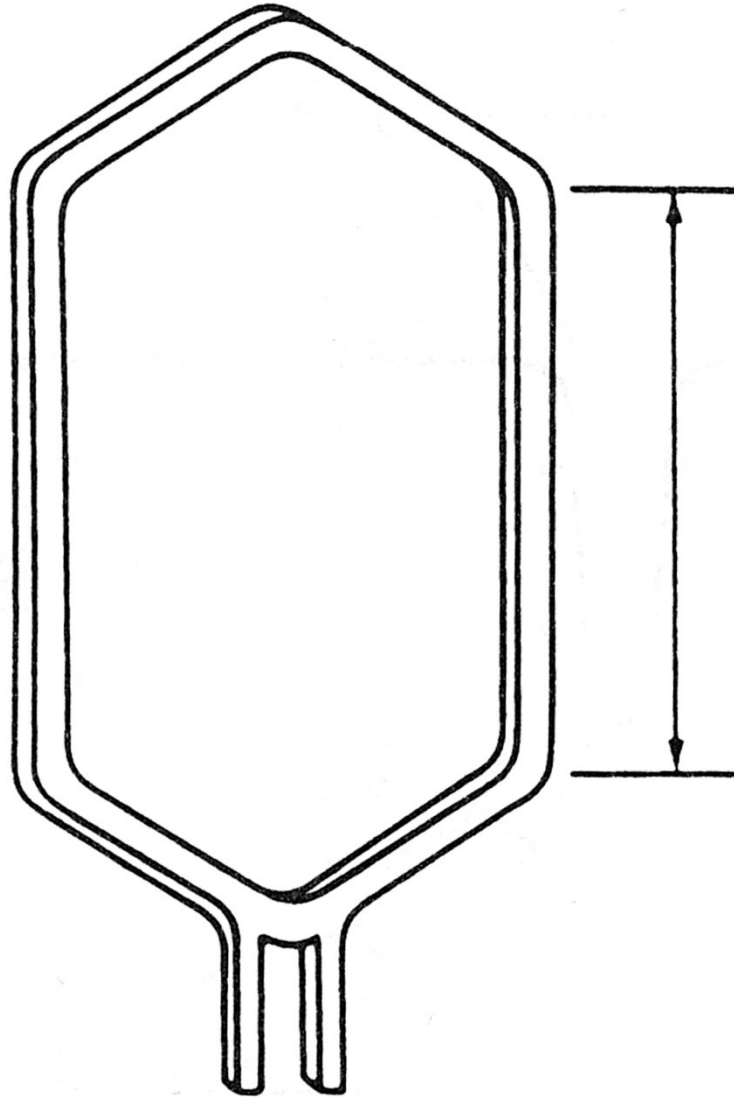
ماشین DC واقعی

شکل شماتیک یک حلقه سیم پیچ ماشین = کلاف

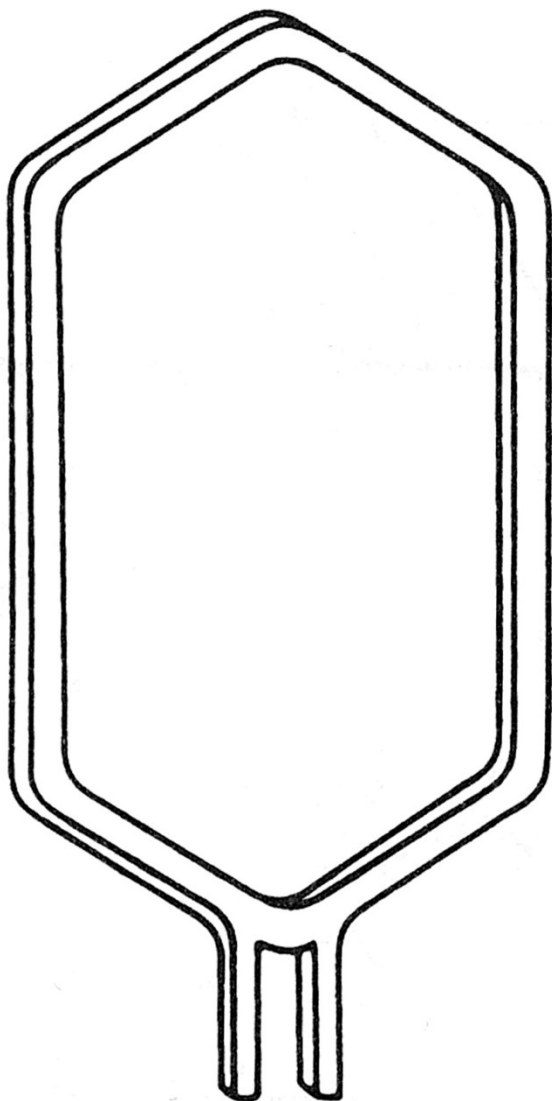


تعداد دور هادی

N



طول هادی = **lc**



■ تعداد هادی در هر کلاف (Z)

■ درجه الکتریکی (θ_e)

■ درجه مکانیکی (θ_m)

■ رابطه بین درجه الکتریکی و مکانیکی

$$Z=2CNc$$

$$\theta_e = P/2 \theta_m$$

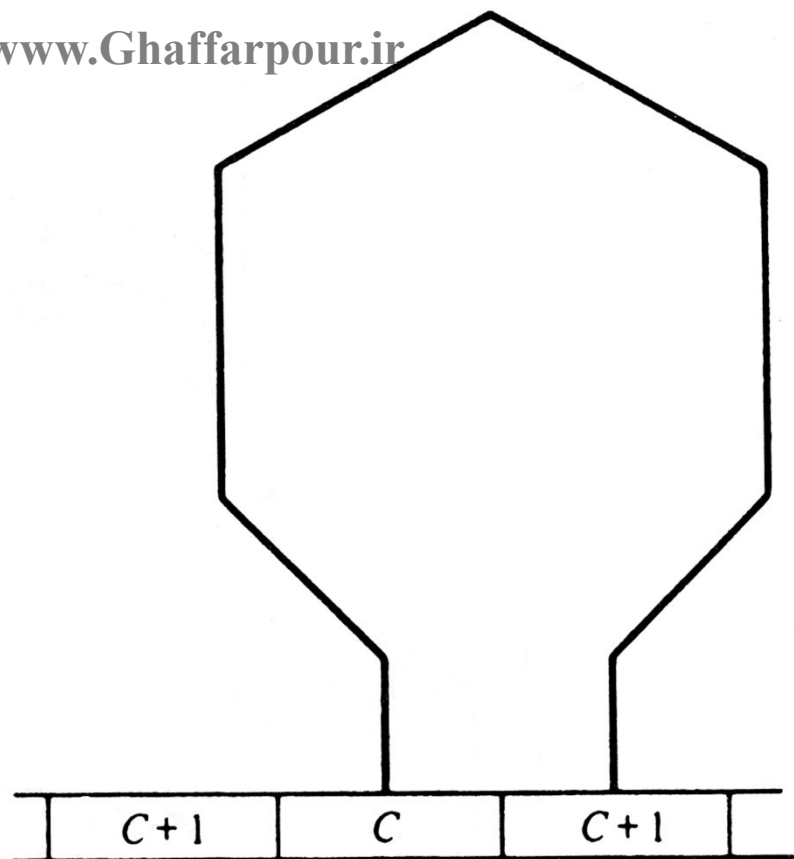
اتصال کلاف به تیغه های کموتاتور



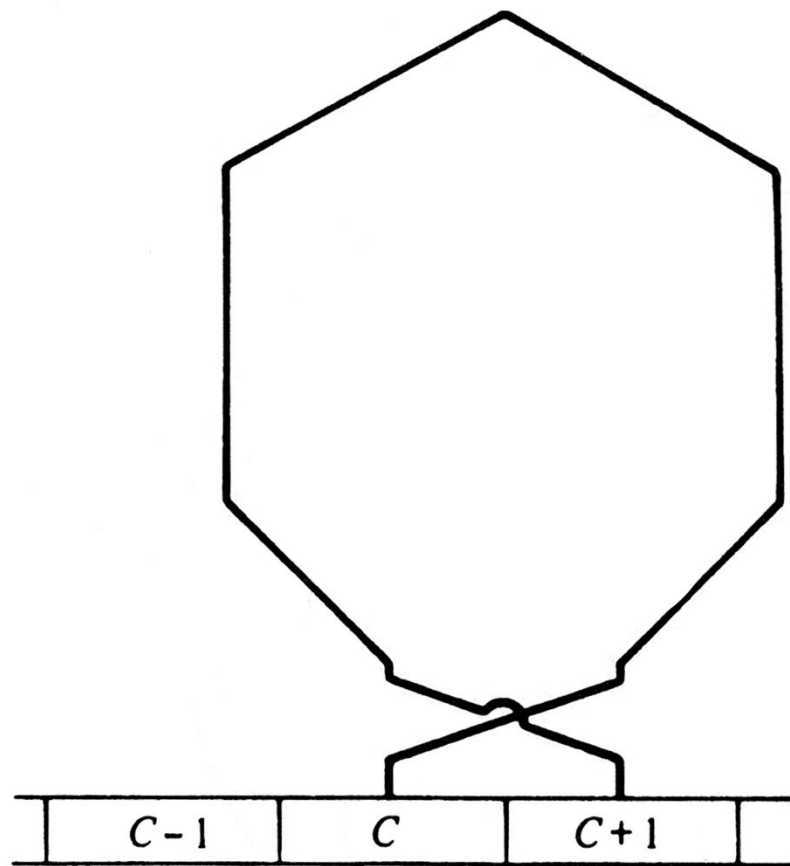
در انتهای روتور یک استوانه کوچک قرار دارد که روی آن تیغه های مسی که از همدیگر عایق شده اند قرار دارد و دو طرف کلاف به آنها وصل می شود.

گام کموتاتور Y_c :

تعداد تیغه های مسی کموتاتور بین دو سر کلاف را گام کموتاتور می گویند.



■ اگر انتهای کلاف به کموتاتوری **جلوتر** از کموتاتور شروع کننده کلاف وصل شود سیم پیچی را سیم پیچی پیش‌رونده گویند.



■ اگر انتهای کلاف به کموتاتوری **عقب‌تر** از کموتاتور شروع کننده کلاف وصل شود سیم پیچی را سیم پیچی پس‌رونده گویند.



اگر دو ماشین از هر نظر شبیه به هم باشند ولی یکی دارای سیم پیچی نوع پیش رونده و دیگری سیم پیچی نوع پس رونده باشد تنها جهت چرخش روتور عکس هم خواهد بود.

انواع سیم پیچی آرمیچر:

از نظر ترتیب اتصال کلاف ها به کموتاتورها

سه روش سیم پیچی وجود دارد:

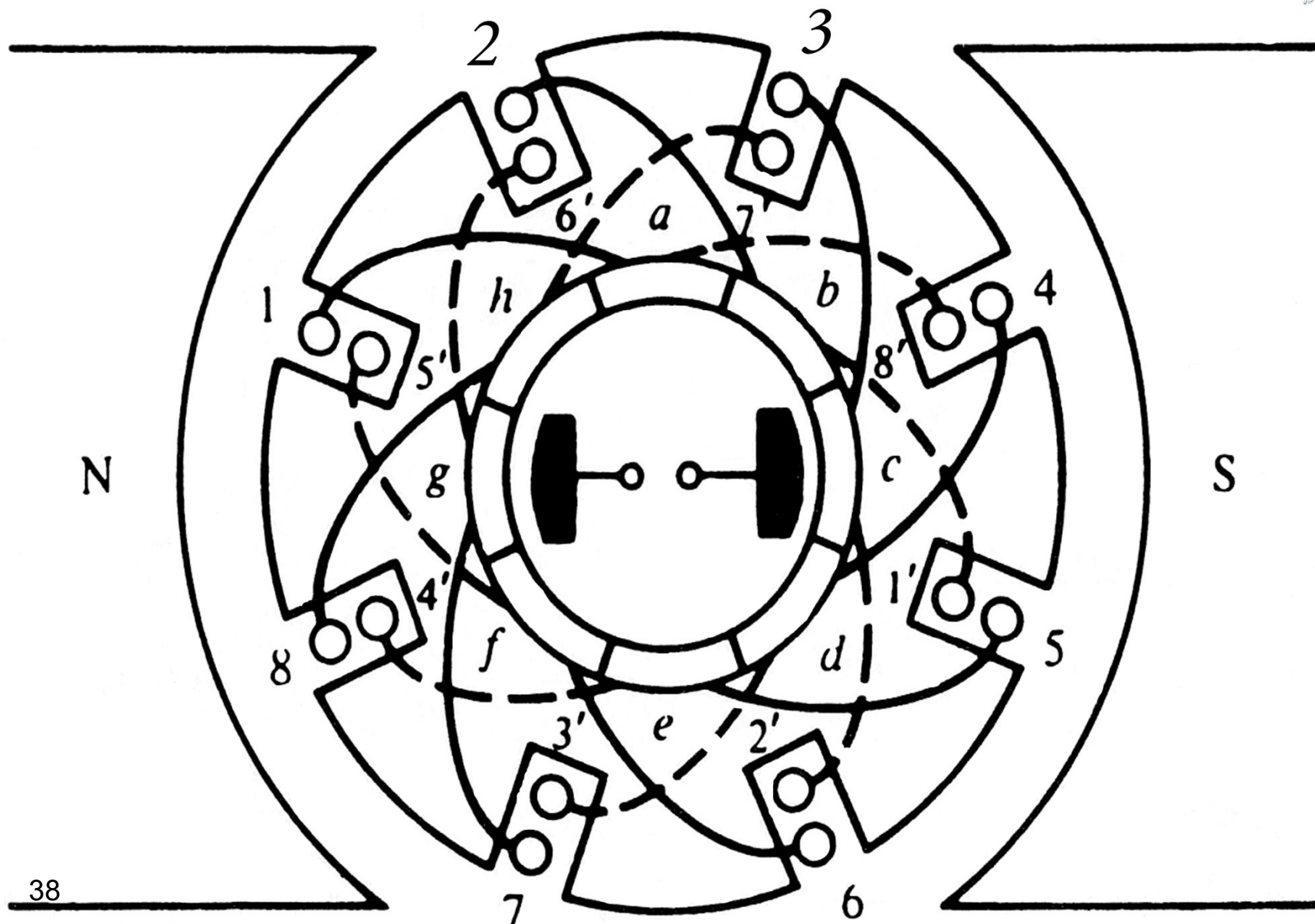
۱- سیم بندی حلقوی یا روی هم

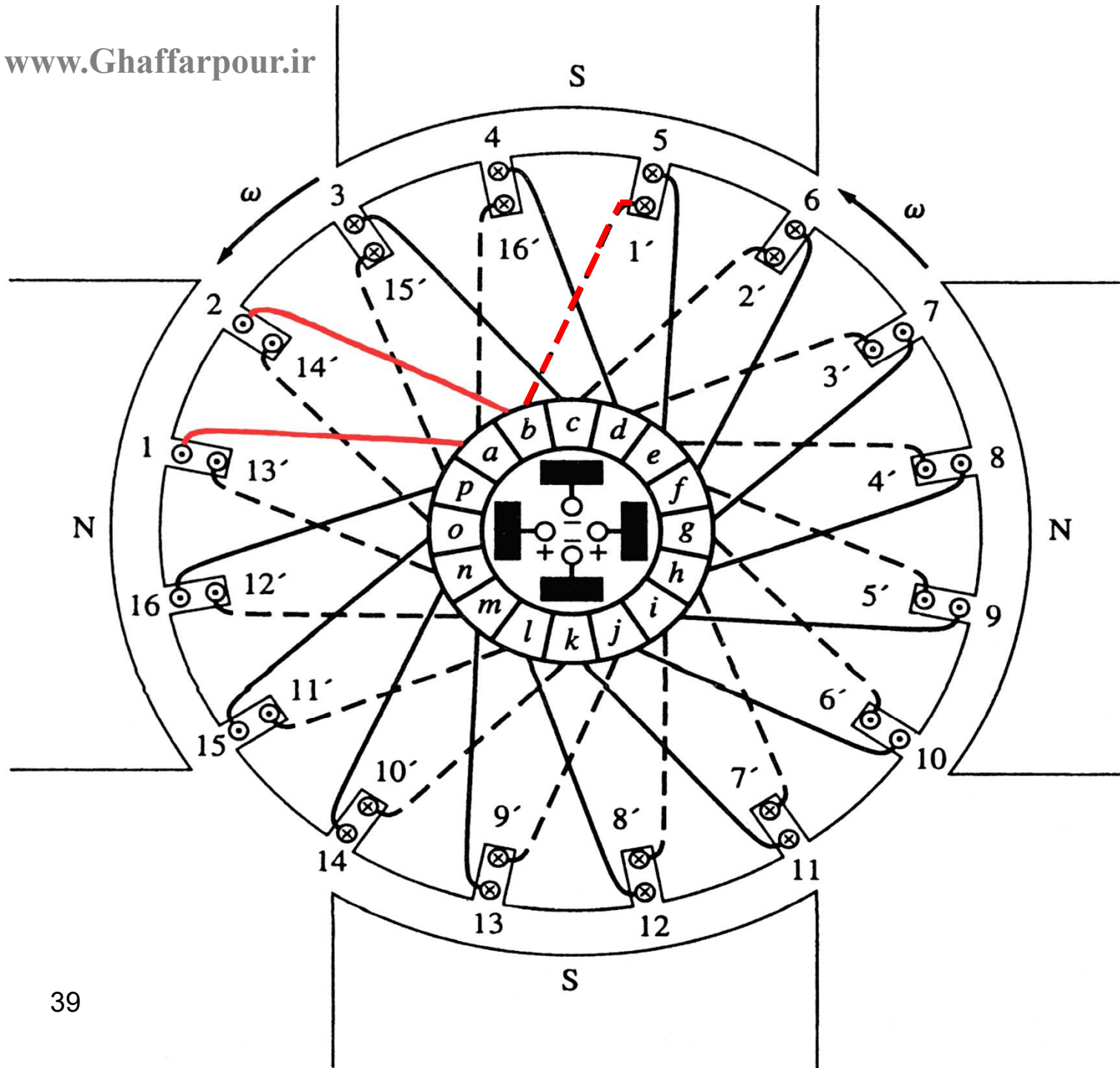
Lap Winding

اگر در یک سیم پیچی انتهای کلاف به یک کموتاتور بعد از کموتاتور شروع کننده همان کلاف وصل شود آن را سیم پیچی **حلقوی پیش رونده** می گویند. (گام کموتاتور $Y_c = +1$)

اگر در یک سیم پیچی انتهای کلاف به یک کموتاتور قبل از کموتاتور شروع کننده همان کلاف وصل شود آن را سیم پیچی **حلقوی پس رونده** می گویند. (گام کموتاتور $Y_c = -1$)

ماشین ساده DC با دو قطب و سیم پیچی حلقوی





سیم پیچی

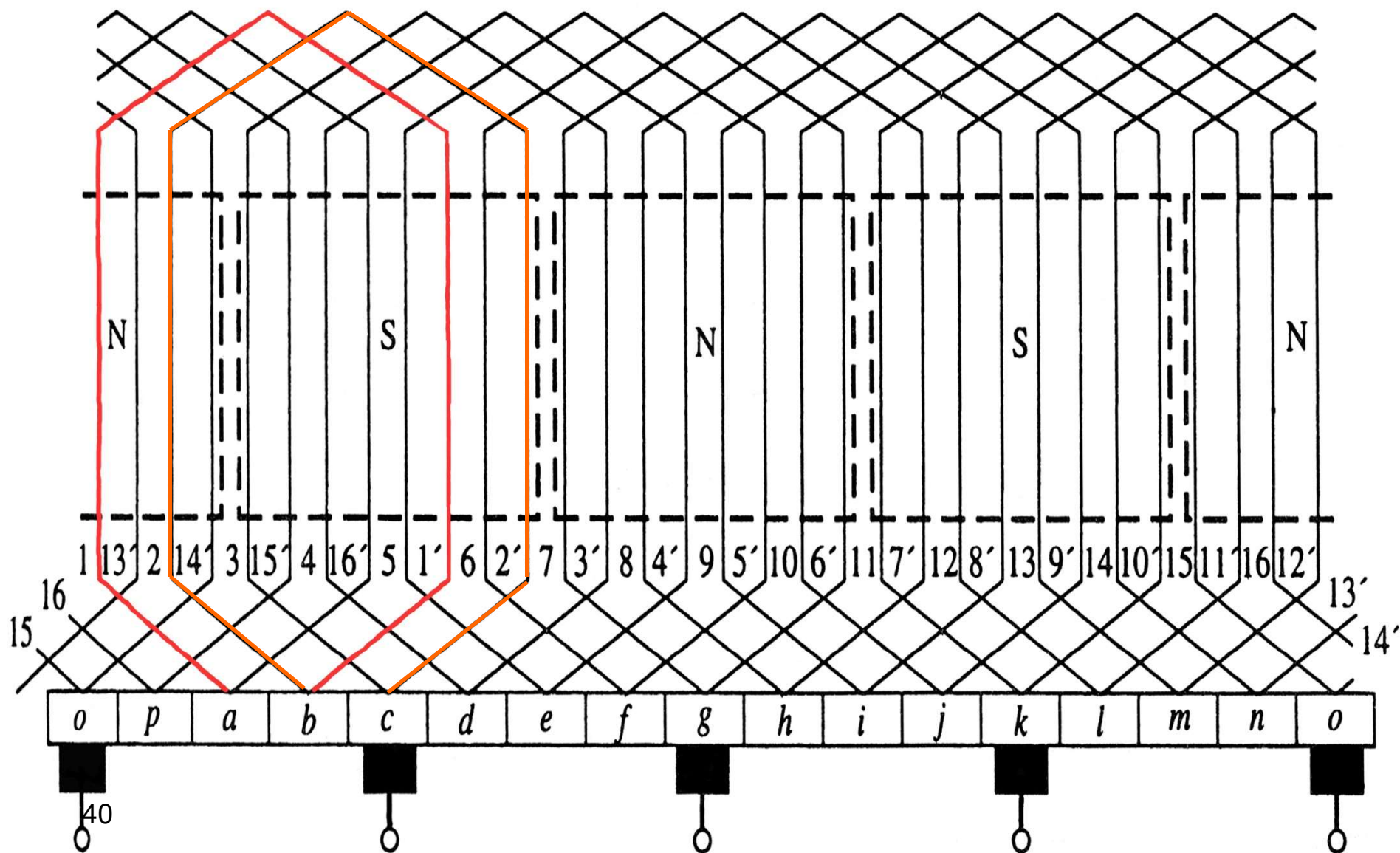
حلقوی

برای

ماشین

چهار قطب

سیم پیچی حلقوی برای ماشین چهار قطب



مشخصات سیم پیچی حلقوی

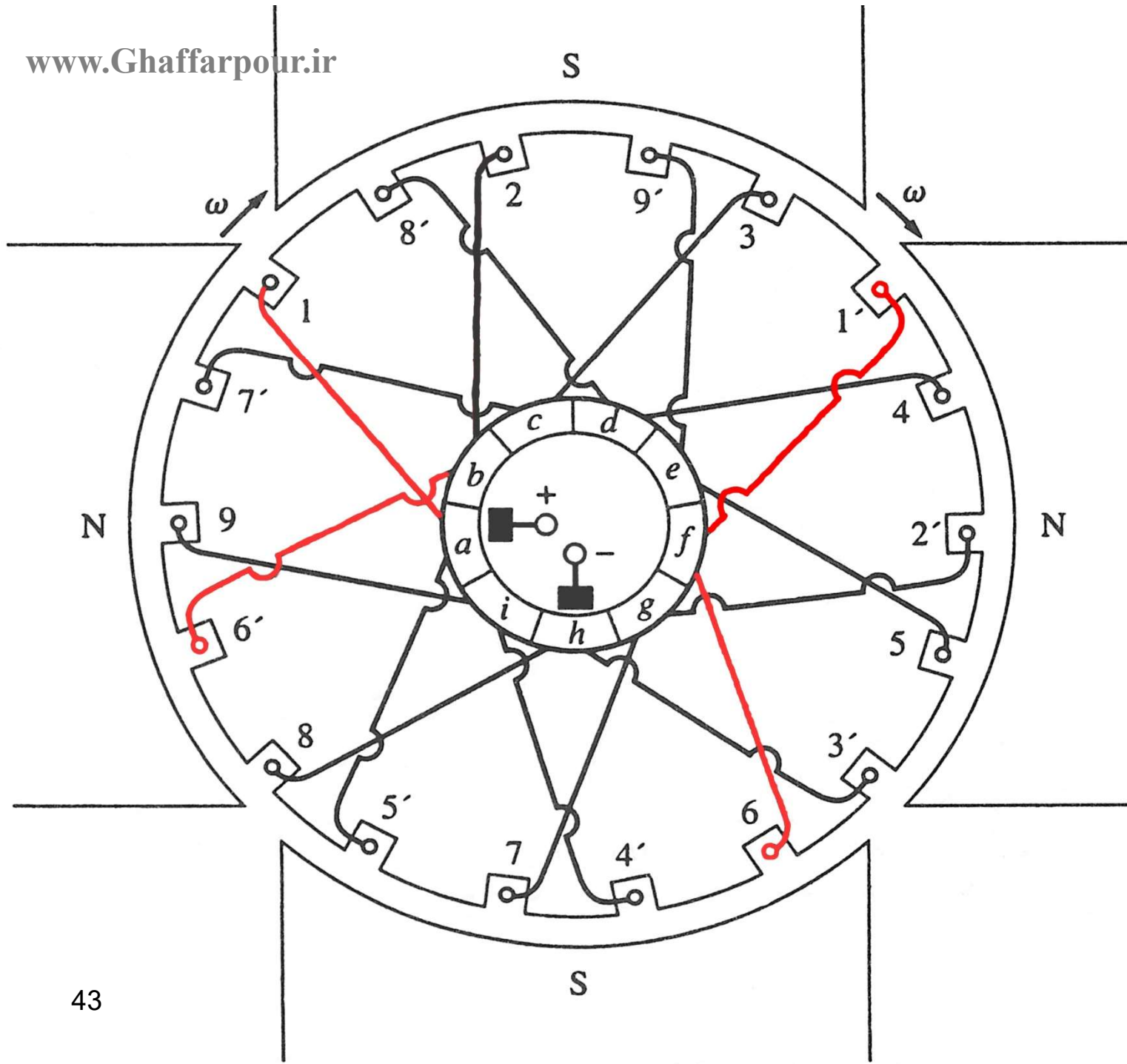
- تعداد جاروبک‌ها به تعداد قطب‌هاست.
- محل نصب آنها در محور تقارن قطب‌ها قرار دارد.
- برای ماشین‌های با جریان زیاد و ولتاژ پایین مناسب است.
- ولتاژ پایین یعنی سرعت کم ماشین

۲- سیم بندی موجی یا سری

Wave Winding

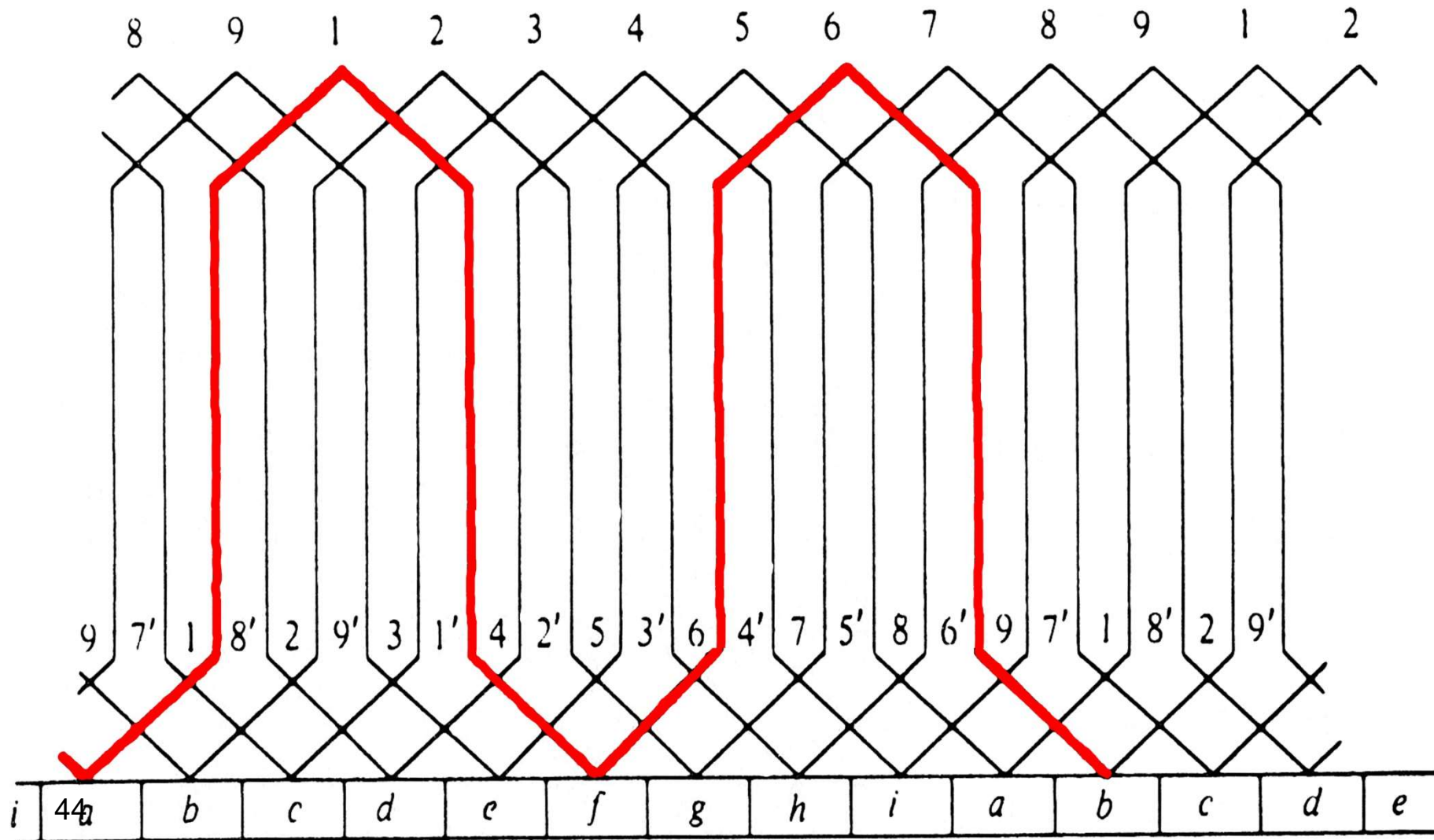
اگر در یک سیم پیچی انتهای کلاف به چند کموتاتور بعد از کموتاتور شروع کننده همان کلاف وصل شود آن را سیم پیچی **موجی پیش رونده** می گویند. $(Y_c=2(C+1)/P)$

اگر در یک سیم پیچی انتهای کلاف به چند کموتاتور قبل از کموتاتور شروع کننده همان کلاف وصل شود آن را سیم پیچی **موجی پس رونده** می گویند. $(Y_c=2(C-1)/P)$



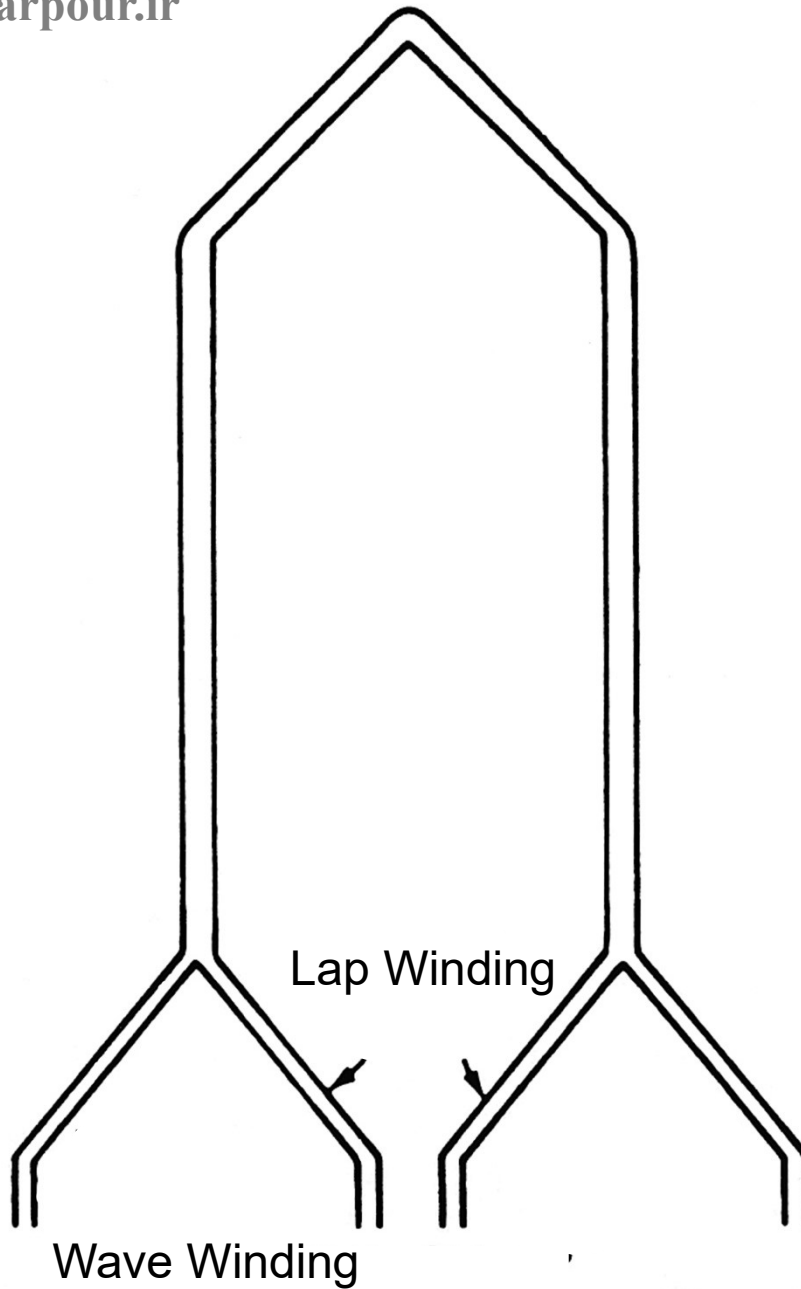
سیم پیچی
موجی
برای
ماشین
چهار قطب

سیم پیچی موجی برای ماشین چهار قطب



مشخصات سیم پیچی موجی

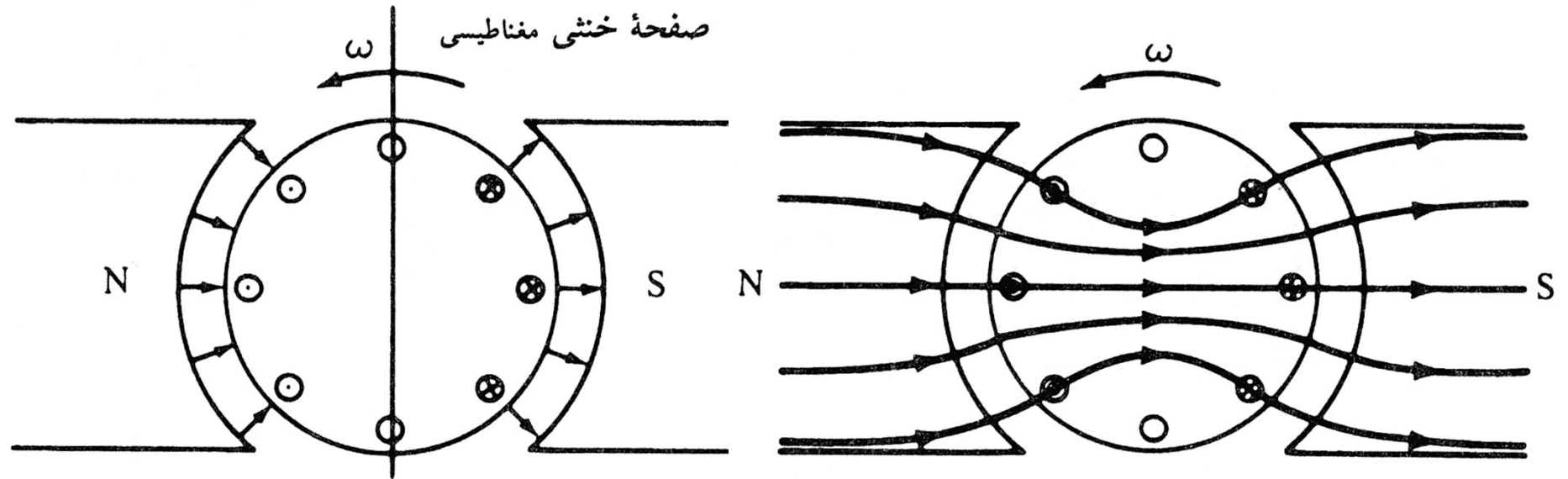
- فقط به ۲ جاروبک نیاز دارد.
- برای ماشین های با جریان کم و ولتاژ بالا مناسب است.
- ولتاژ بالا یعنی سرعت بیشتر ماشین



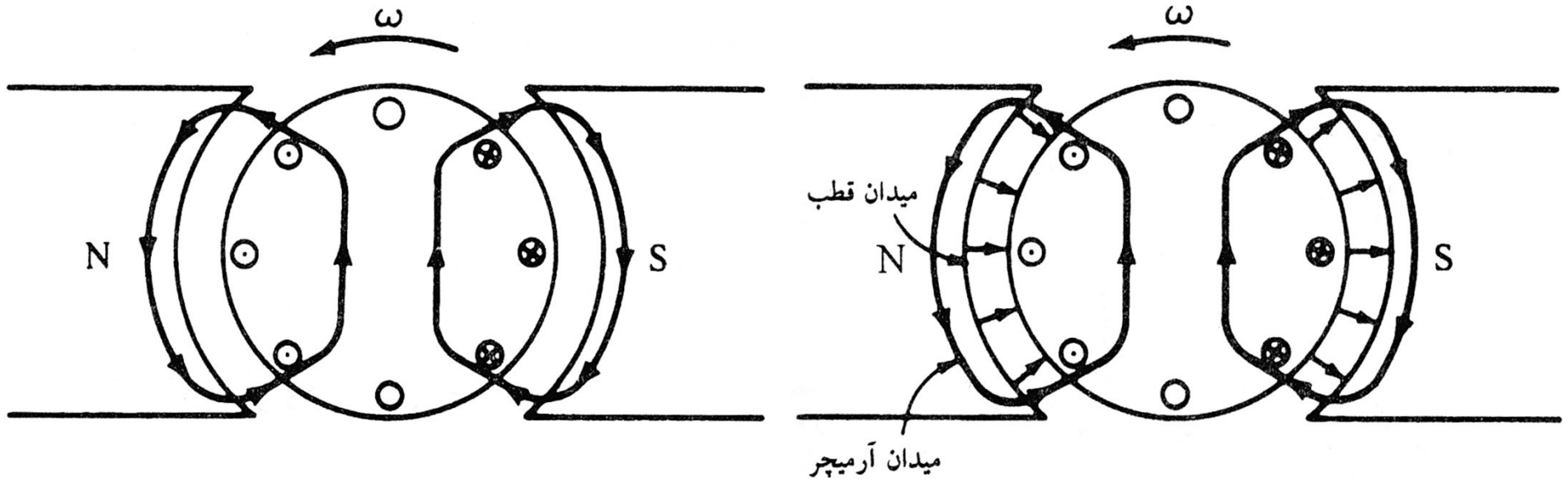
۳- سیم پیچی پای قورباغه‌ای

Frog-Leg winding

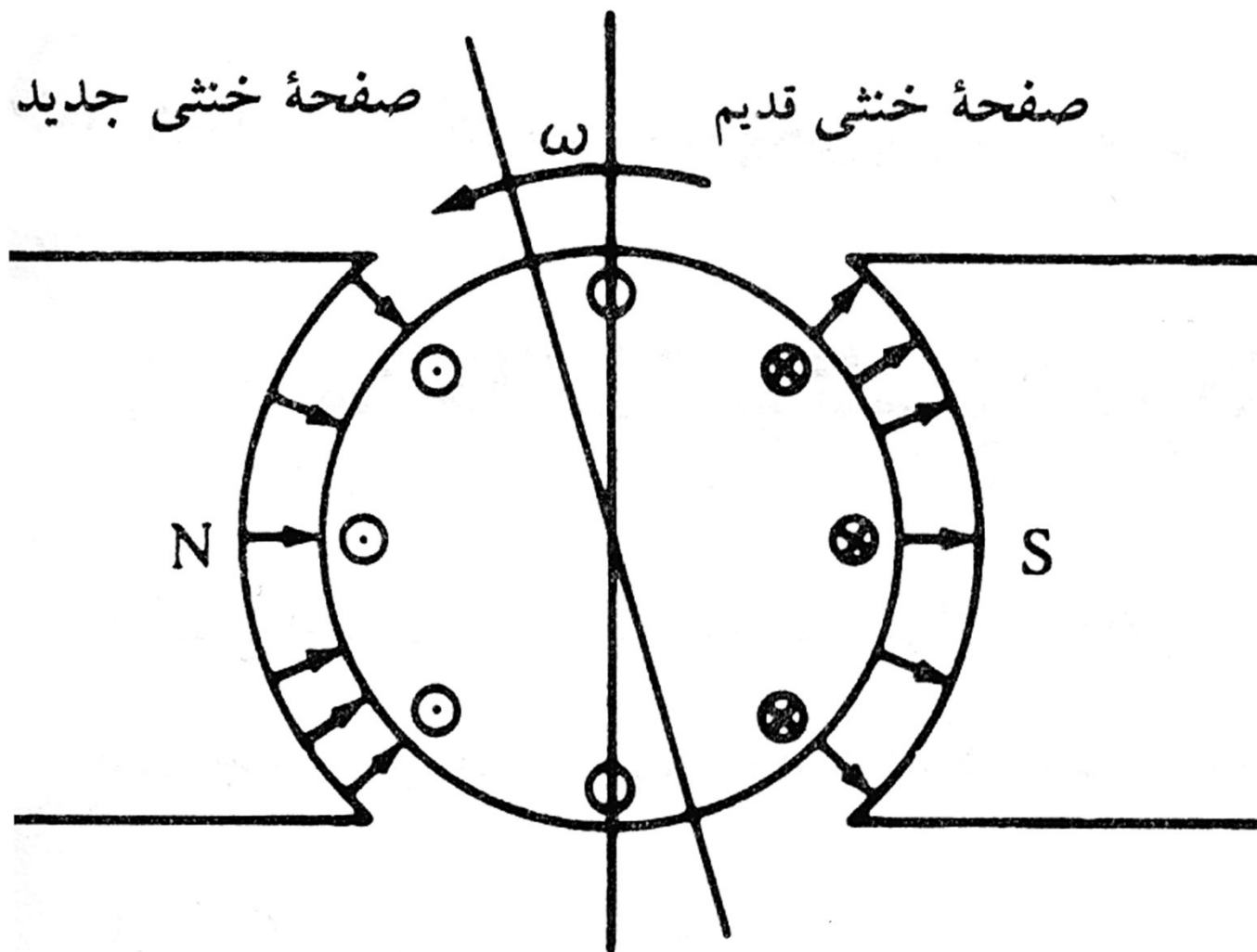
اثر عكس العمل آرمیچر



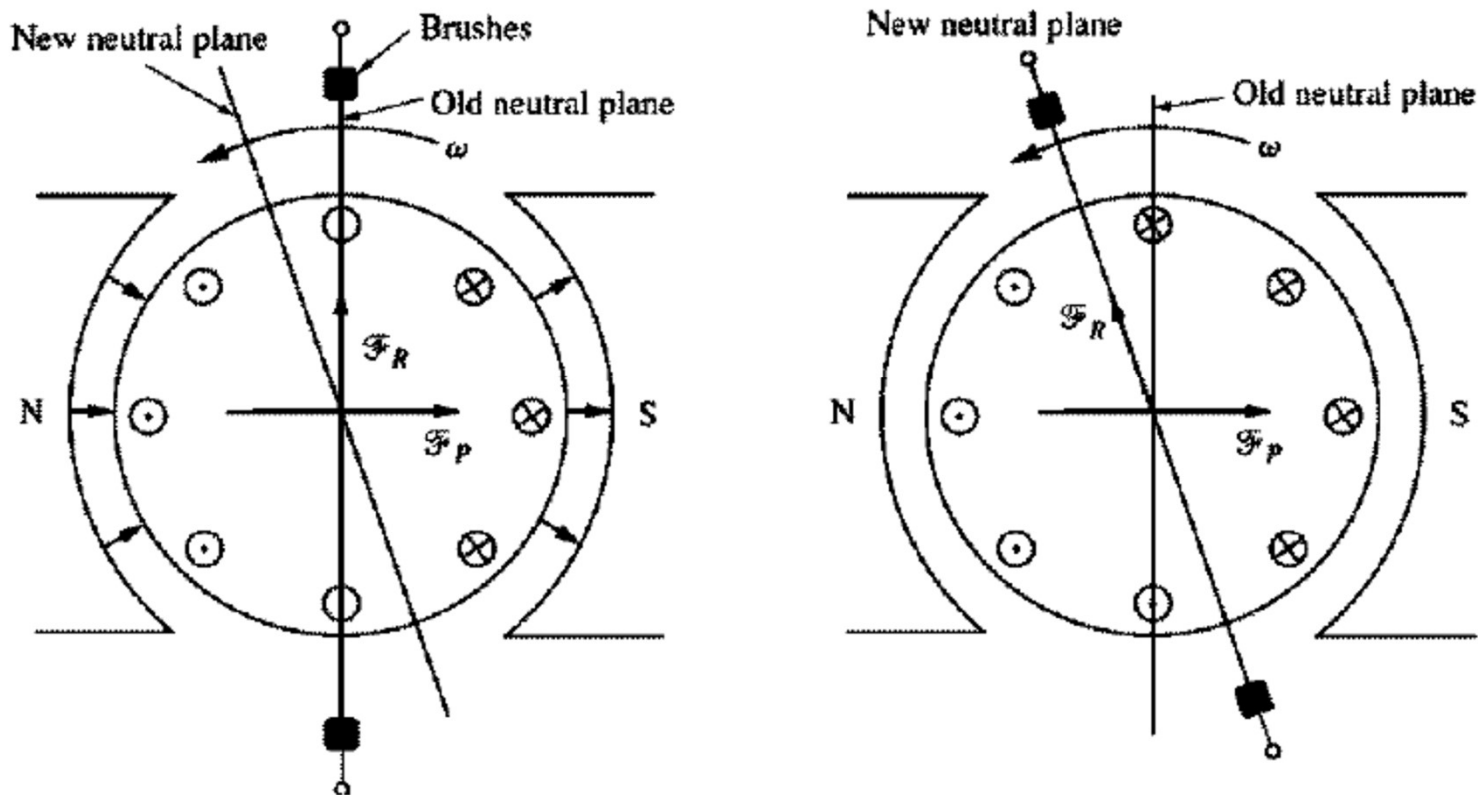
اثر عكس العمل آرمیچر



اثر عكس العمل آرمیچر

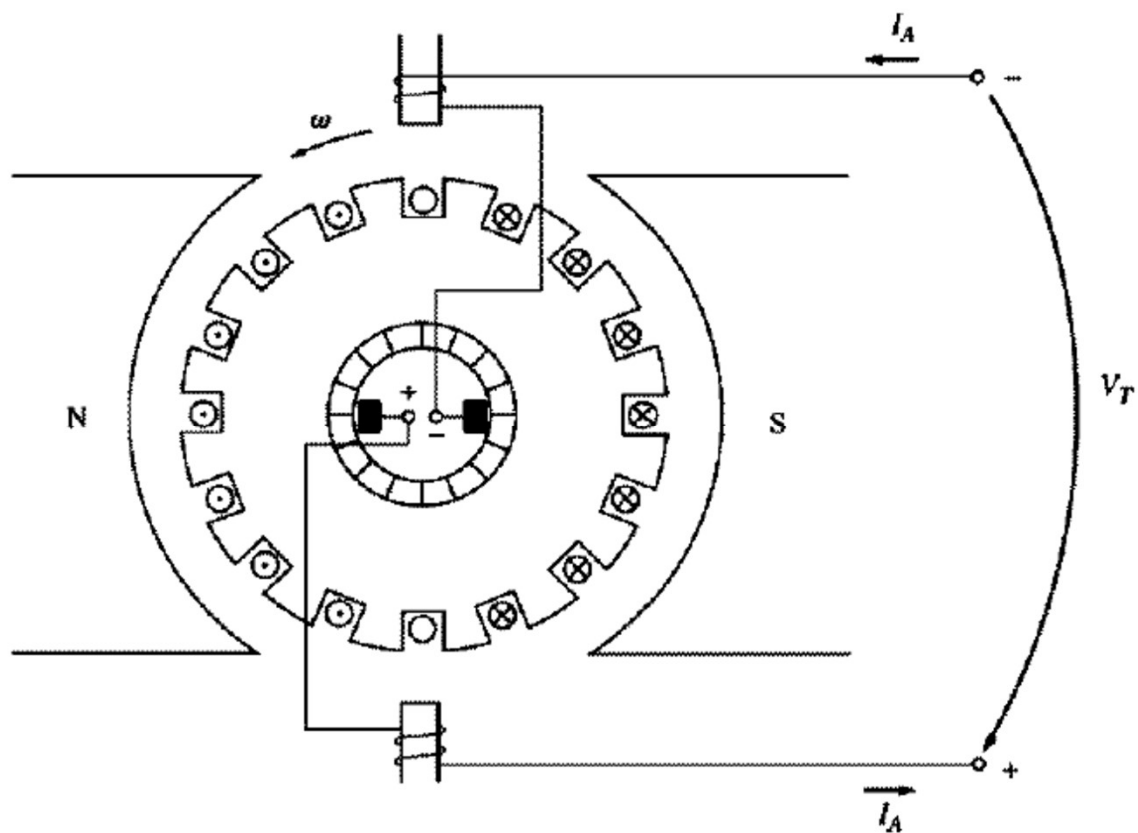


راه حل مشکل اثر عکس العمل آرمیچر



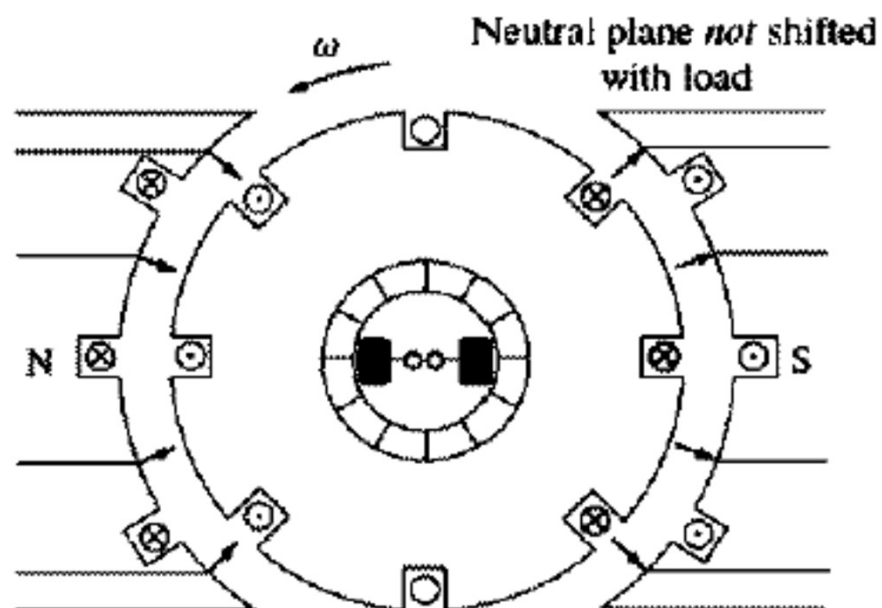
جابجایی جاروبکها

راه حل مشکل اثر عکس العمل آرمیچر



افزودن قطبهای کمکی

راه حل مشکل اثر عکس العمل آرمیچر



افزودن سیم پیچی‌های جبران ساز

رابطه توان تبدیلی

- $P_{conv} = T_{ind} \times \omega_m$
- $P_{conv} = E_A \times I_A$

مفاهیم ولتاژ داخلی و گشتاور القایی

- $E_A = K \Phi \omega$
- $T_{ind} = K \Phi I_A$

انواع موتورهای DC

- موتور تحریک مستقل
- موتور شنت (موازی)
- موتور سری
- موتور با مغناطیس دائم
- موتور ترکیبی (کمپوند)

پایان