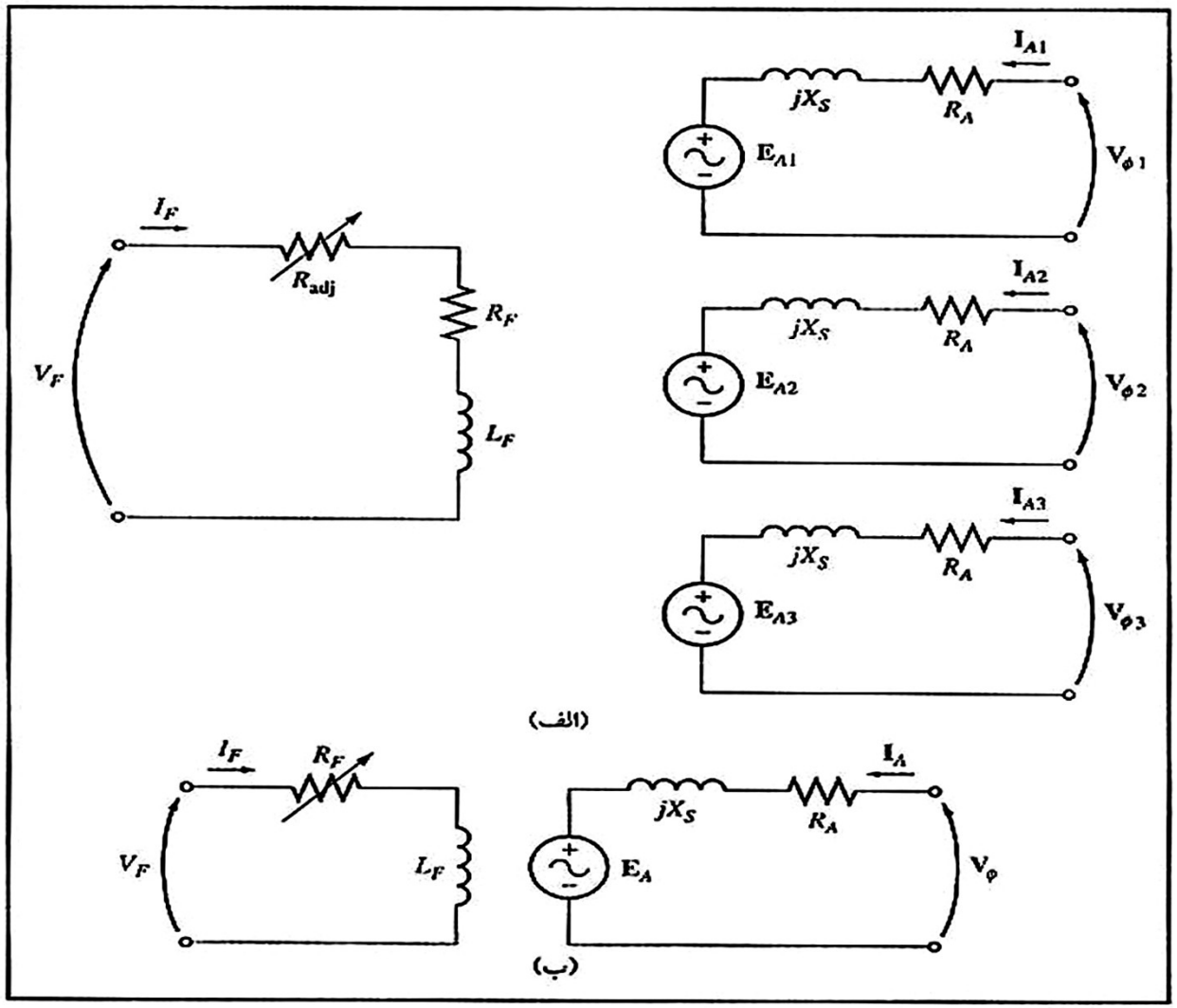
فصل چهارم

موتورهای سنکرون

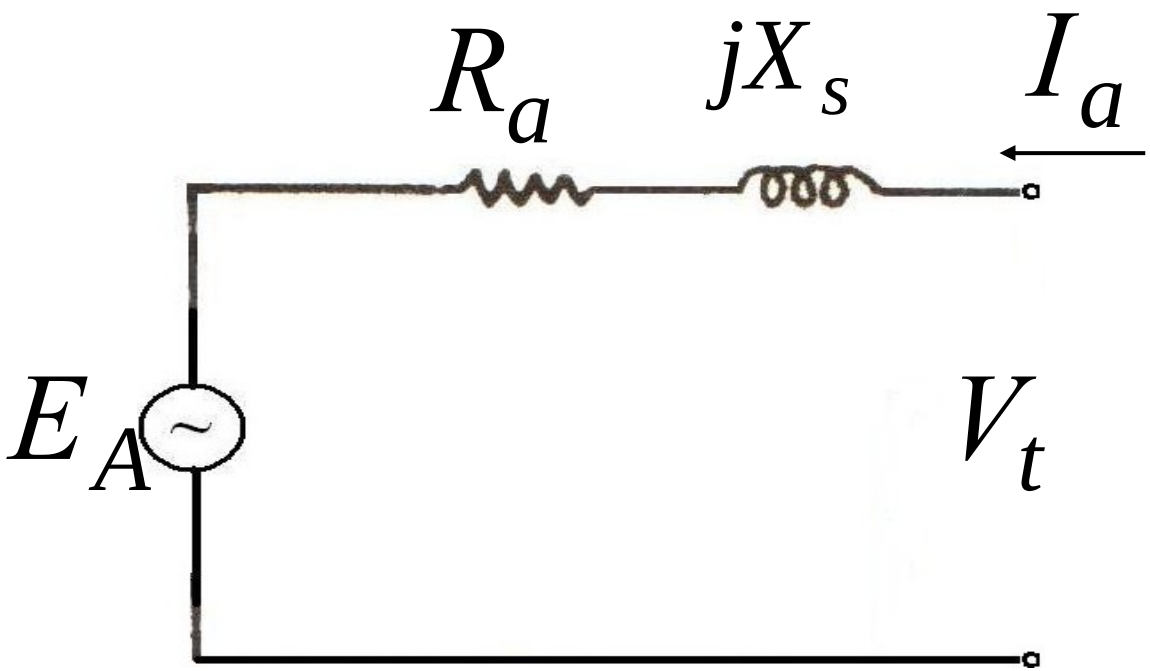
- موتور سنکرون :

اگر ماشین سنکرون به شبکه متصل گردد و توان مکانیکی روی محور آن ظاهر گردد رفتارش موتوری خواهد بود این کار مستلزم تغییر علامت زاویه (δ) میباشد که باعث تغییر علامت گشتاور خواهد شد.

در دیاگرام های برداری نیز E_A نسبت V_t پس فاز شده و رابطه ی آن بصورت $\vec{V}_t = \vec{E}_A + Zs\vec{I}a$ خواهد شد.

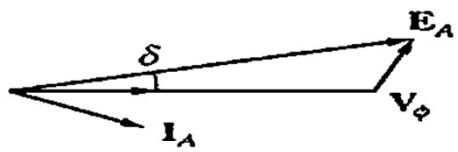
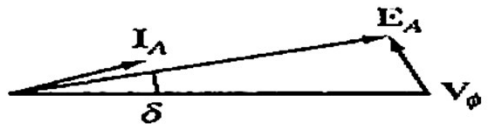
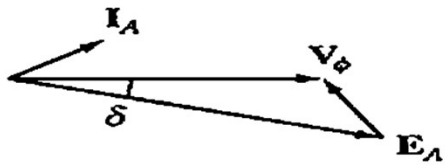
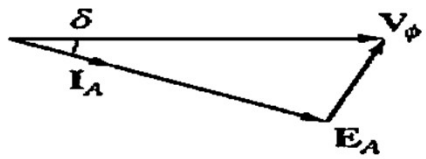


شکل ۲ـ۶ (الف) یک مدار معادل کامل از موتور سنکرون سه فاز. (ب) مدار معادل تک‌فاز.



$$\vec{V}_t = \vec{E}_A + Zs\vec{I}a$$

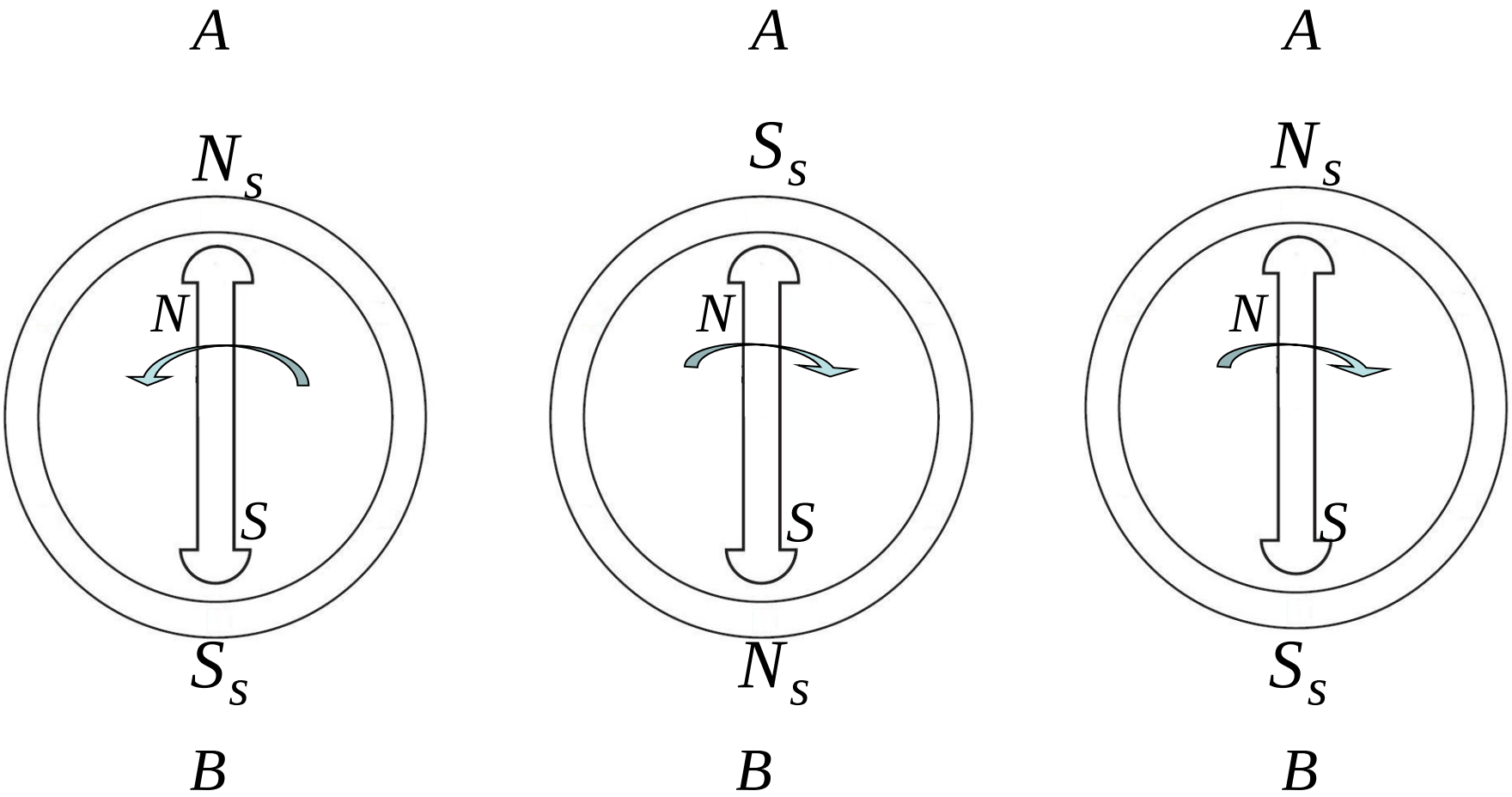
دیاگرام برداری

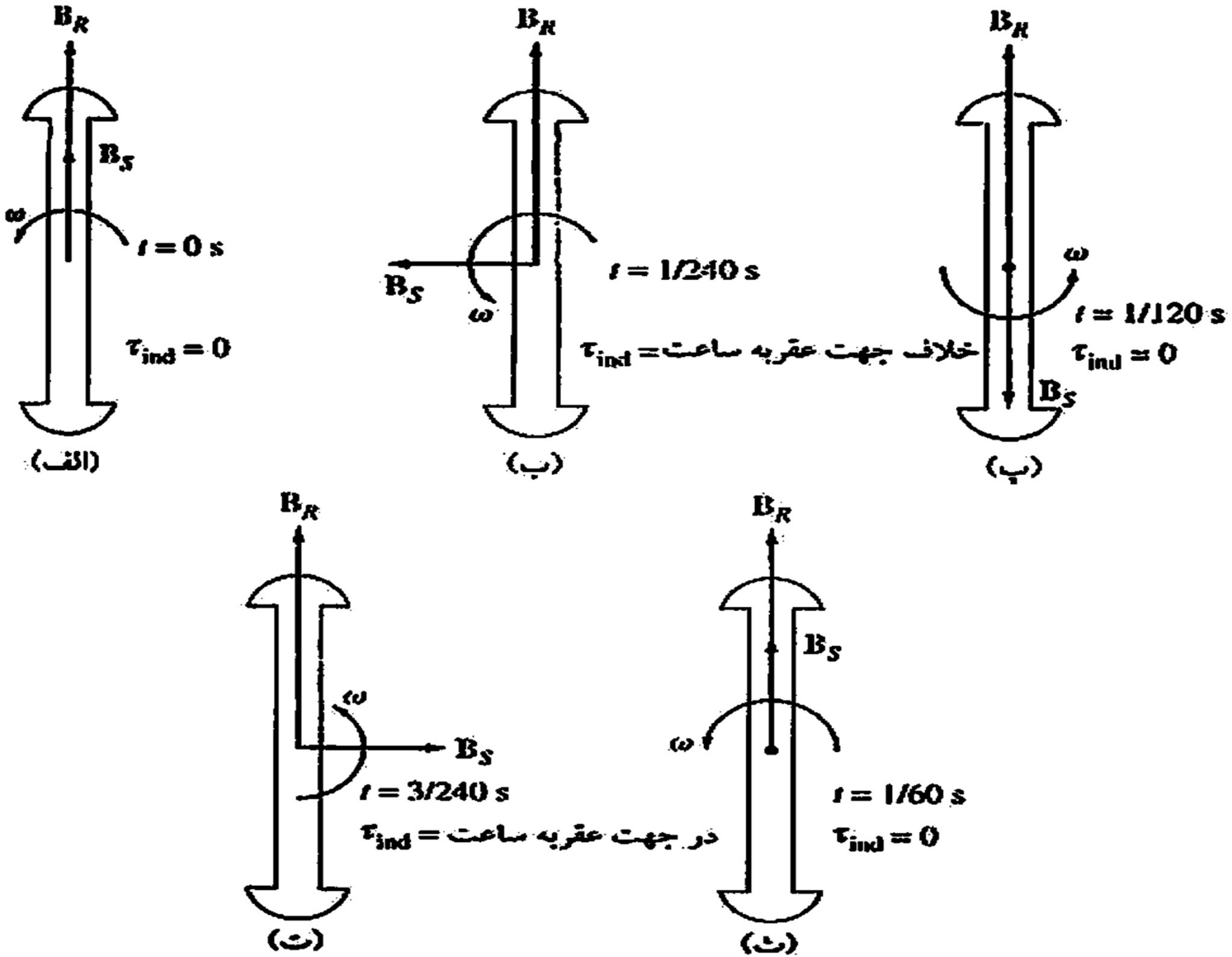
	توان راکتیو تولیدی Q $E_A \cos\delta > V_\phi$	توان راکتیو مصرفی Q $E_A \cos\delta < V_\phi$
توان تولیدی P ژنراتور V_ϕ از E_A پیش است		
توان مصرفی P موتور V_ϕ از E_A عقب است		

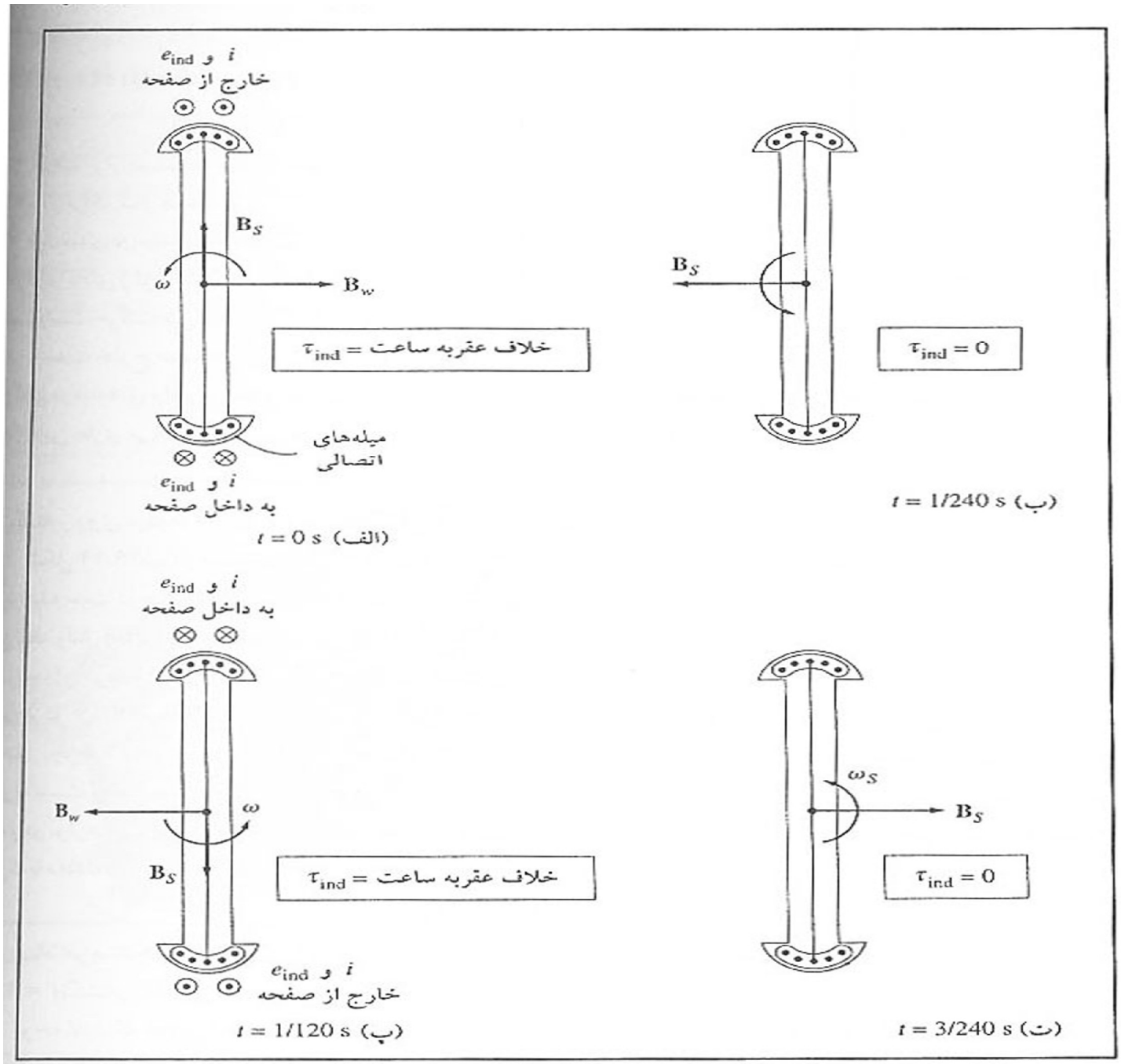
شکل ۲۰ـ۶ نمودار فیزوری که تولید و مصرف توان حقیقی P و توان راکتیو Q به وسیله ژنراتورها و موتورهای سنکرون را نشان می‌دهد.

اساس کار موتور سنکرون:

وقتی سه فاز استاتور به شبکه وصل می شود یک میدان دوار در فاصله هوایی بوجود می آید حال اگر سیم پیچ روتور هم تحریک شود یک میدان مغناطیسی دائم نیز در روتور تولید می شود


A
N_s
N
S
S_s
B
A
S_s
N
S
N_s
B
A
N_s
N
S
S_s
B


B_R
B_S
ω
$t = 0$ s
$\tau_{ind} = 0$
(الف)
B_R
B_S
ω
$t = 1/240$ s
τ_{ind} = خلاف جهت عقربه ساعت
(ب)
B_R
ω
$t = 1/120$ s
$\tau_{ind} = 0$
B_S
(پ)
B_R
ω
B_S
$t = 3/240$ s
τ_{ind} = در جهت عقربه ساعت
(ت)
B_R
B_S
ω
$t = 1/60$ s
$\tau_{ind} = 0$
(ث)



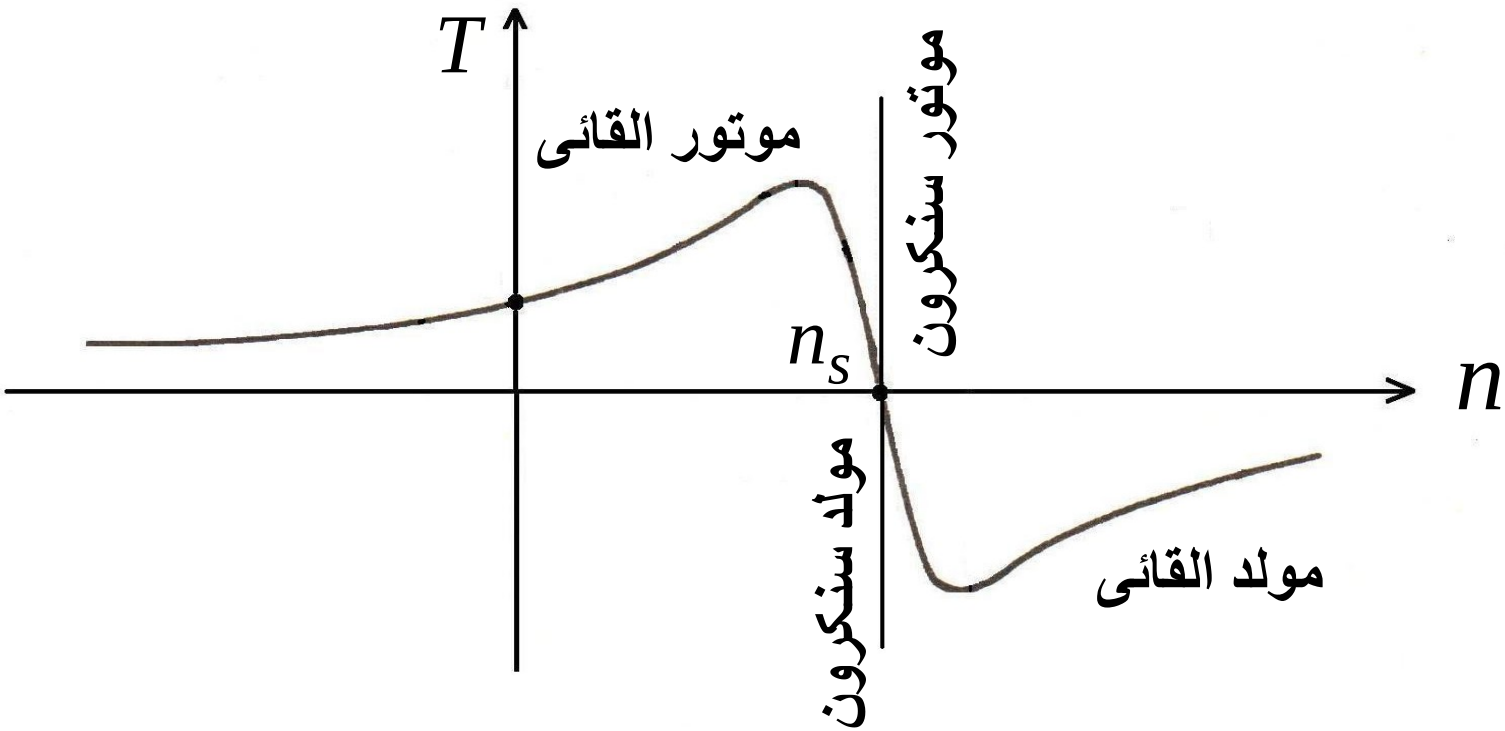
شکل ۱۹ـ۶ ایجاد یک گشتاور یک جهته با سیم‌پیچ‌های میرایی موتور سنکرون.

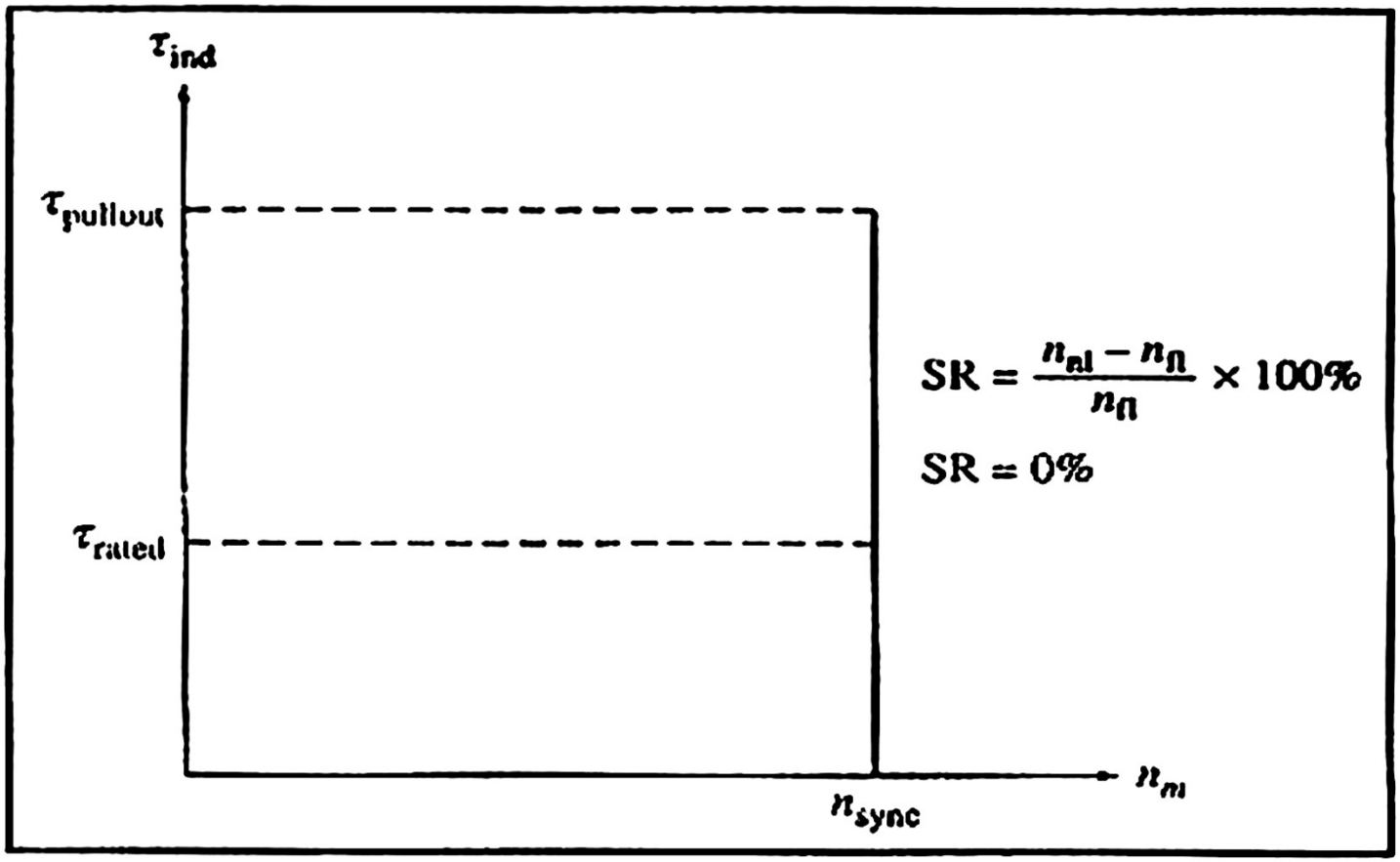
قطب های استاتور در این لحظه در نقاط A و B قرار دارند بنابراین قطب های مشابه استاتور و روتور مقابل هم قرار گرفته اند و روتور در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت شروع به چرخش می کند اما موقعیت قطب های استاتور که دارای چرخش هستند در نیم پریود بعد تغییر میکند تحت این شرایط قطب های روتور و استاتور همدیگر را جذب می کنند لذا روتور نیز در جهت حرکت عقربه های ساعت خواهد چرخید .

به دلیل تغییر جهت سریع گشتاور در لحظه راه اندازی روتور نمی تواند سریعا به گشتاور پاسخ دهد در نتیجه ساکن باقی می ماند.
حال اگر روتور با سرعت میدان دوار و در جهت آن چرخش نماید و سپس ولتاژ تحریک به روتور اعمال گردد قطب های روتورو استاتور همدیگر را جذب می کنند و گشتاوری در یک جهت ایجاد می گردد.

راه اندازی موتور سنکرون:

از مقایسه مشخصه گشتاور دور موتور القائی و موتور سنکرون مشخص می شود که موتور سنکرون فقط در نقطه ی سنکرون دارای گشتاور است ولی موتور القائی در تمامی نقاط به جز نقطه ی سنکرون دارای گشتاور است





شکل ۵ـ۶ مشخصه گشتاور ـ سرعت یک موتور سنکرون. چون سرعت موتور ثابت است رگولاسیون سرعت آن صفر است.

موتور سنکرون در لحظه ی راه اندازی گشتاور نخواهد داشت بنا براین باید به یکی از روش های زیر سرعت آن را به نزدیکی سرعت سنکرون رساند تا بتواند با اعمال ولتاژ تحریک بصورت سنکرون به کار خود ادامه دهد.

روش های راه اندازی موتور سنکرون:

۱ـ استفاده از ماشین DC کوپل شده با موتور سنکرون:

ابتدا موتور DC موتور سنکرون را به گردش در آورده و سرعت آنرا به نزدیکی سرعت سنکرون می رساند سپس بصورت مولد DC عمل نموده و ولتاژ تحریک روتور موتور سنکرون را ایجاد و به آن اعمال می کند تا موتور به صورت سنکرون به کار خود ادمه دهد.

۲ـ کاهش سرعت میدان مغناطیسی دوار(توسط کاهش فرکانس الکتریکی):

ابتدا با یک فرکانس کم حدود ۲۵/۰هرتز و ولتاژ کم، موتور سنکرون راه اندازی شده سپس فرکانس و ولتاژ منبع تدریجا افزایش یافته تا به فرکانس و ولتاژ نامی شبکه برسد در نتیجه دور موتور نیز تدریجا افزایش یافته و به دور سنکرون می رسد

(افزایش فرکانس و ولتاژ همزمان زیرا : $\varphi \propto \frac{V}{f}$)

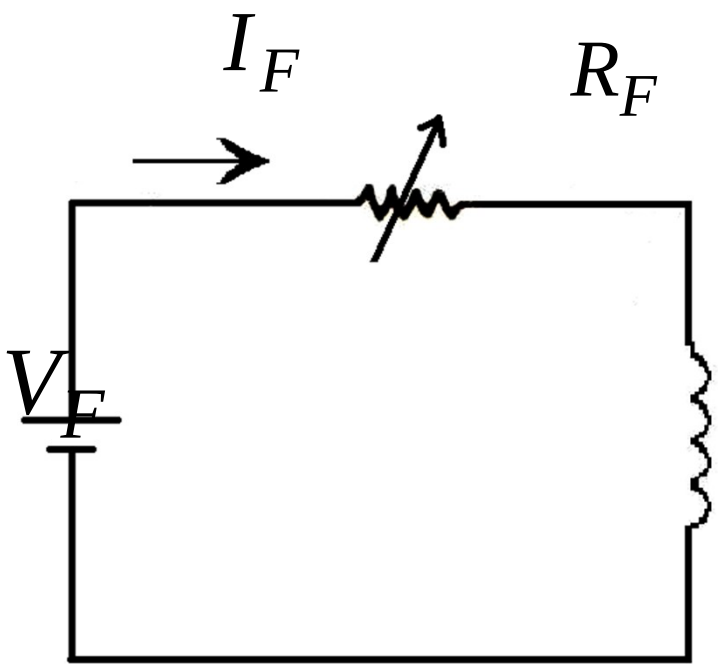
۳ـ استفاده از سیم پیچ های میرایی یا دمپر:

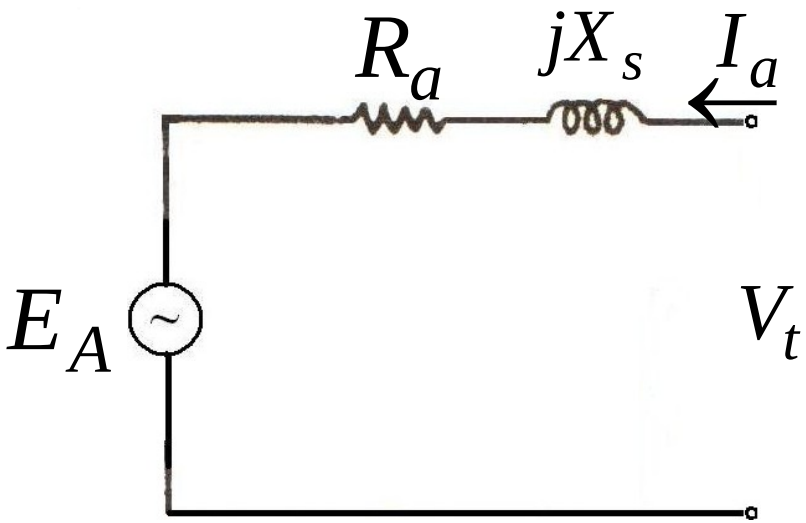
استفاده از روتور قفسی که علاوه بر سیم پیچ تحریک روی روتور قرار گرفته و موتور ابتدا بصورت آسنکرون روتور قفسی راه اندازی می شود سپس به محض رسیدن سرعت روتور به نزدیکی سرعت سنکرون ولتاژ تحریک به سیم پیچ روتور اعمال شده و موتور به صورت سنکرون به کار خود ادامه خواهد داد.

۴-استفاده از روش آسنکرون روتور سیم پیچی شده:

ابتدا توسط مقاومتی متغیر سیم پیچ تحریک اتصال کوتاه شده سپس با اعمال ولتاژ به استاتور همانند موتور آسنکرون روتور سیم پیچی شده راه اندازی می شود با کاهش مقاومت دور موتور را افزایش داده تا به نزدیکی دور سنکرون برسد سپس مقاومت دو سر سیم پیچ تحریک را برداشته و ولتاژ DC به آن اعمال می کنیم تا موتور بصورت سنکرون به کار خود ادامه دهد.

مدار معادل موتور سنکرون:





$$\vec{V}_t = \vec{E}_A + Z_s \vec{I}_a$$

حالات کاری موتور سنکرون:

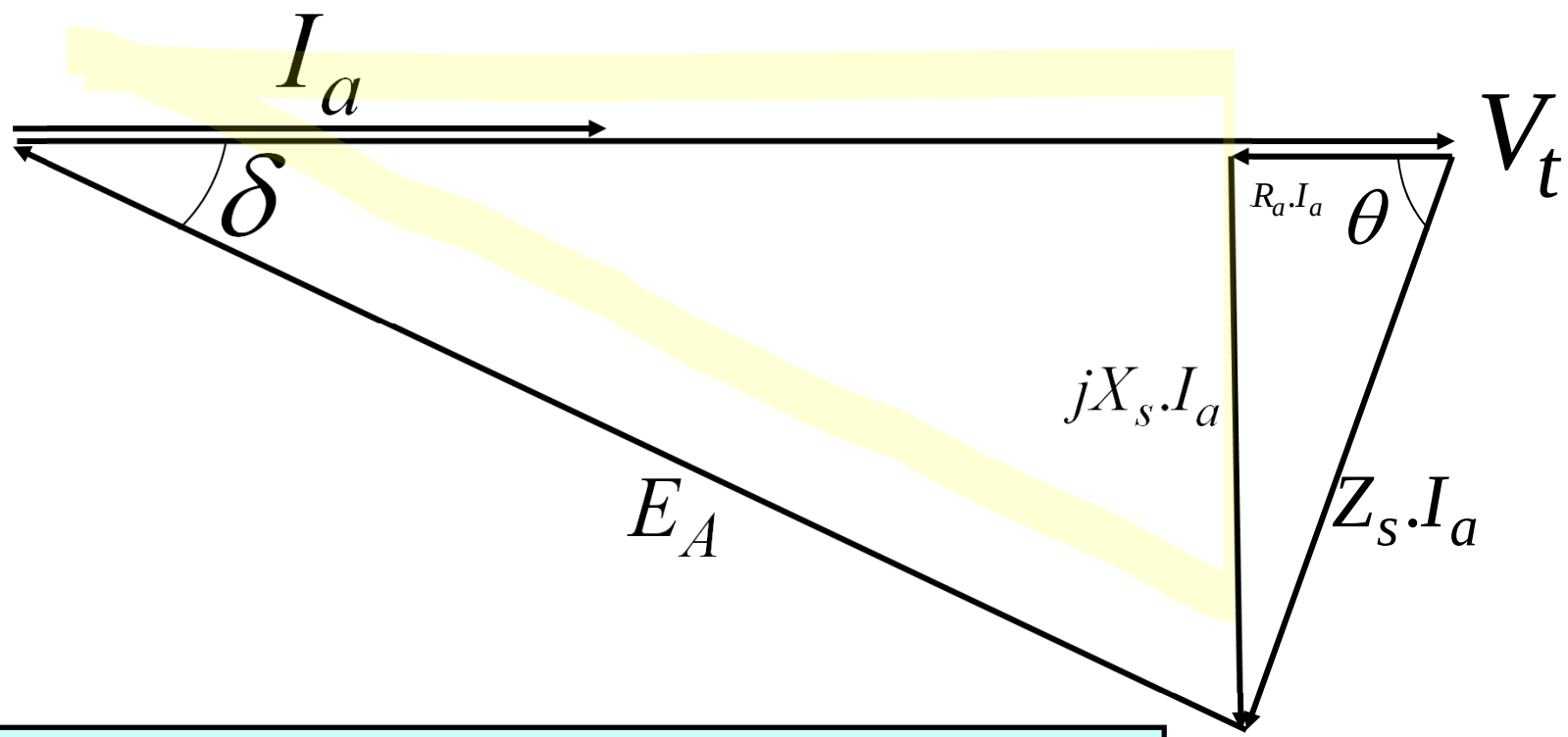
موتور سنکرون با تغیر جریان تحریک می تواند در یکی از حالات زیر کار کند.

۱ـ تحریک نرمال:
در این حالت زاویه گشتاور منفی بوده توان اکتیو از شبکه دریافت می شود . توان راکتیو صفر می باشد.

$$\vec{V}_t = \vec{E}_A + Z_s \vec{I}_a$$

$$\vec{E}_A = \vec{V}_t - Z_s \vec{I}_a$$

$$\underrightarrow{E_a} = \underrightarrow{V_t} - \underrightarrow{Z_S I_a}$$



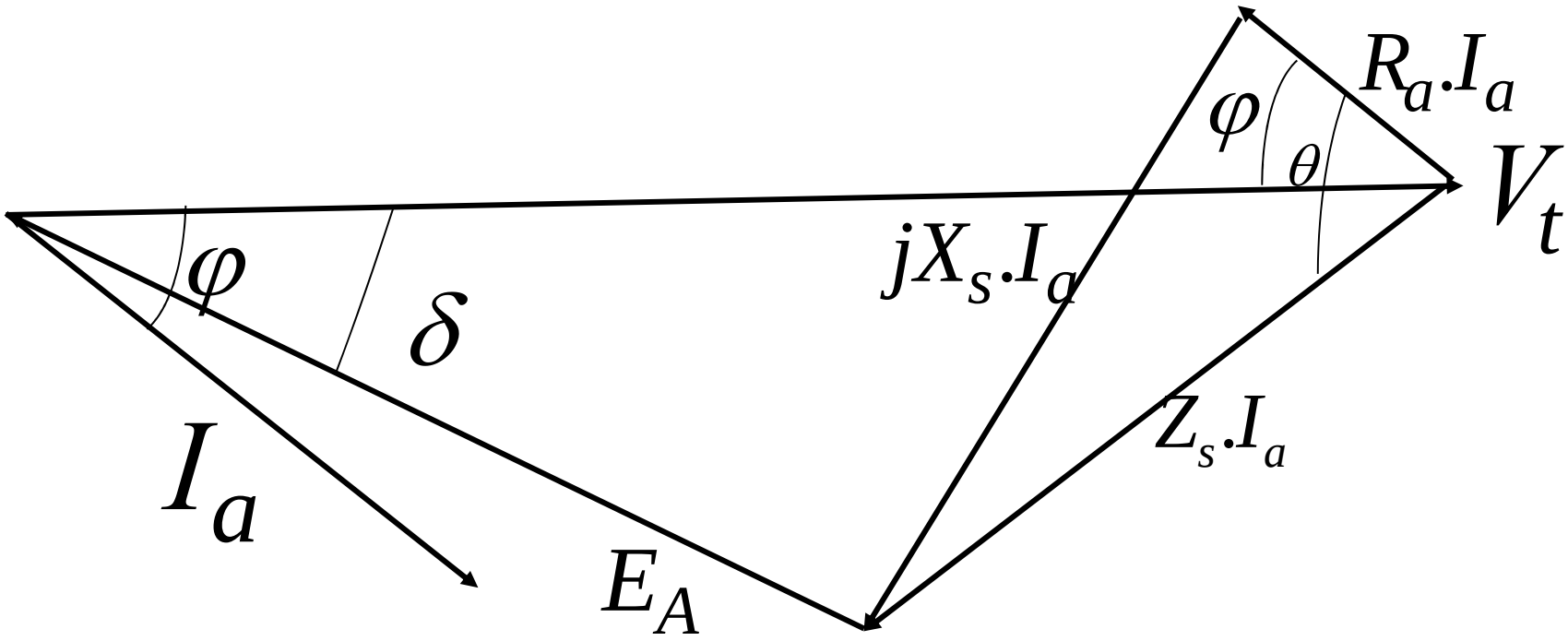
$$E_A = \sqrt{V_t^2 + (Z_s I_a)^2 - 2V_t(Z_s I_a)Cos\theta}$$

$$E_A = \sqrt{(V_t - R_a I_a)^2 + (X_s I_a)^2}$$

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{X_s I_a}{V_t - R_a I_a}\right)$$

۲- زیر تحریک:

در این حالت زاویه گشتاور منفی بوده توان اکتیو و راکتیو از شبکه دریافت می شود .

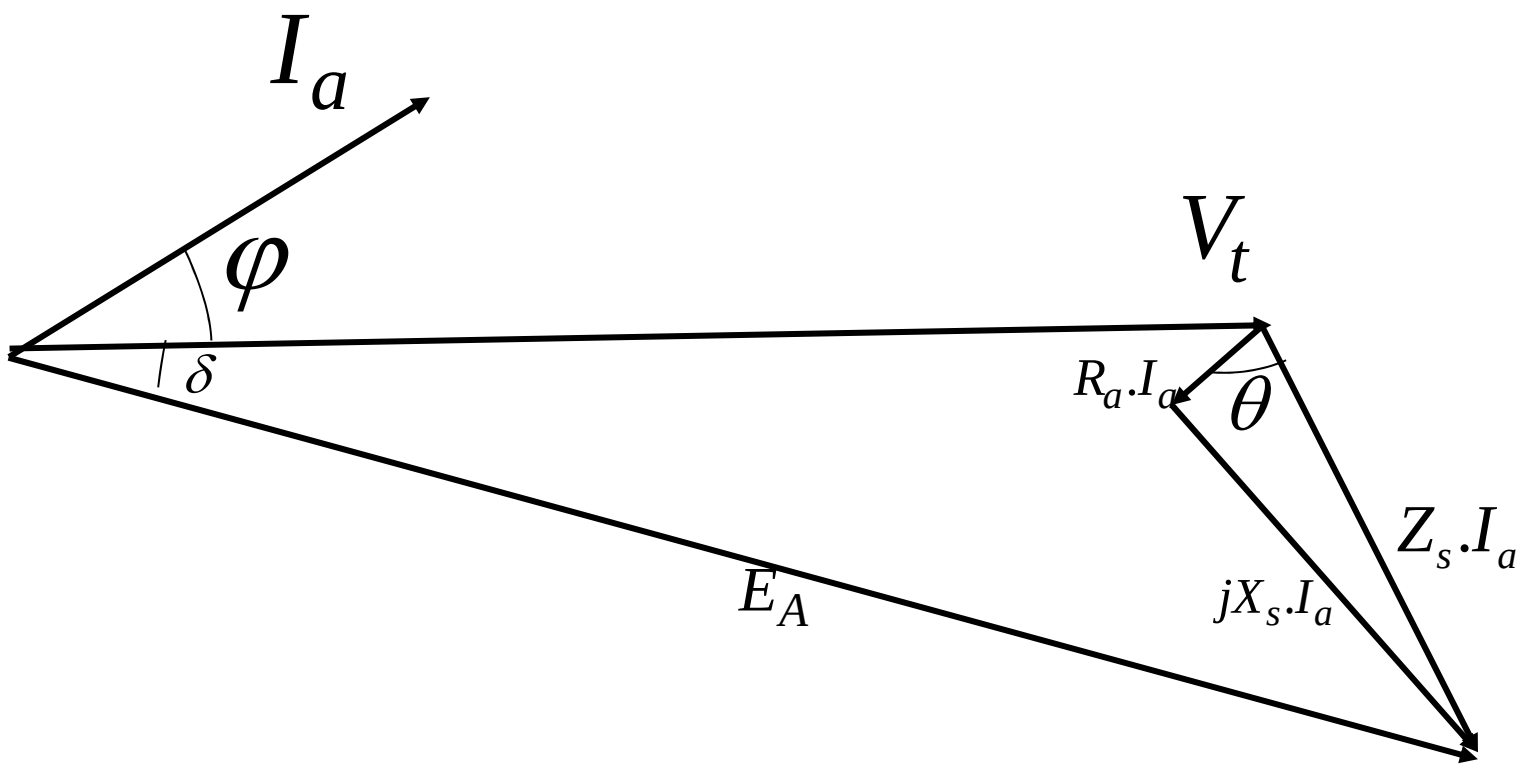


$$E_A = \sqrt{V_t^2 + (Z_s I_a)^2 - 2V_t(Z_s I_a)Cos(\theta - \varphi)}$$

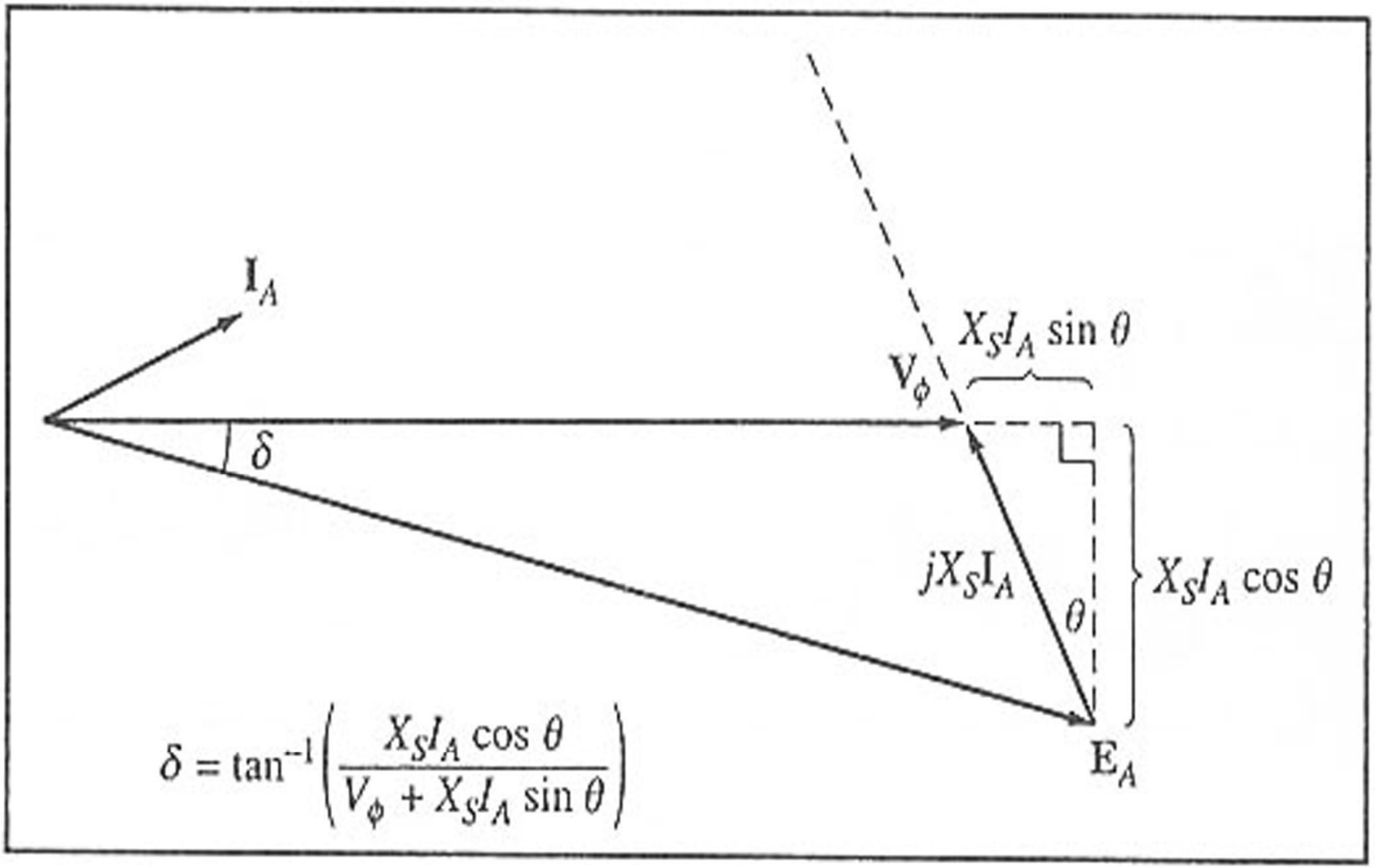
$$E_A = \sqrt{(V_t Cos\varphi - R_a I_a)^2 + (V_t Sin\varphi - X_s I_a)^2}$$

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{Z_s I_a Sin(\theta - \varphi)}{V_t - Z_s I_a Cos(\theta - \varphi)} \right)$$

۳- فوق تحریک :
در این حالت زاویه گشتاور منفی بوده توان اکتیو از شبکه دریافت می شود و توان راکتیو به شبکه تزریق می کند.



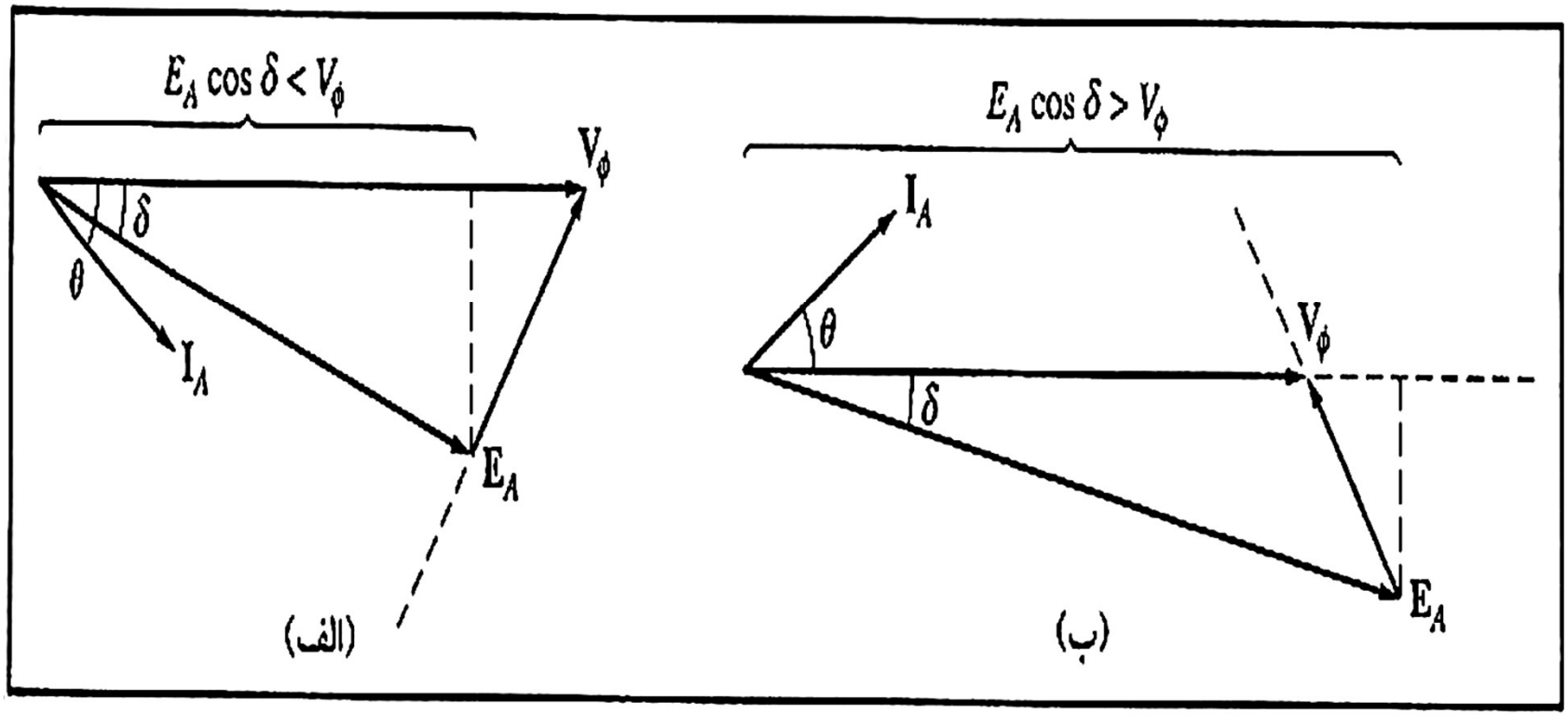
$$E_A = \sqrt{V_t^2 + (Z_s I_a)^2 - 2V_t(Z_s I_a)Cos(\theta + \varphi)}$$



شکل م ـ ۲ نمودار فیزوری موتور در یک ضریب توان پیش‌فاز.

$$E_A = \sqrt{(V_t Cos\varphi - R_a I_a)^2 + (V_t Sin\varphi + X_s I_a)^2}$$

$$\delta = \tan^{-1}\left(\frac{Z_s I_a Sin(180 - (\theta + \varphi))}{V_t - Z_s I_a Cos(180 - (\theta + \varphi))} \right)$$

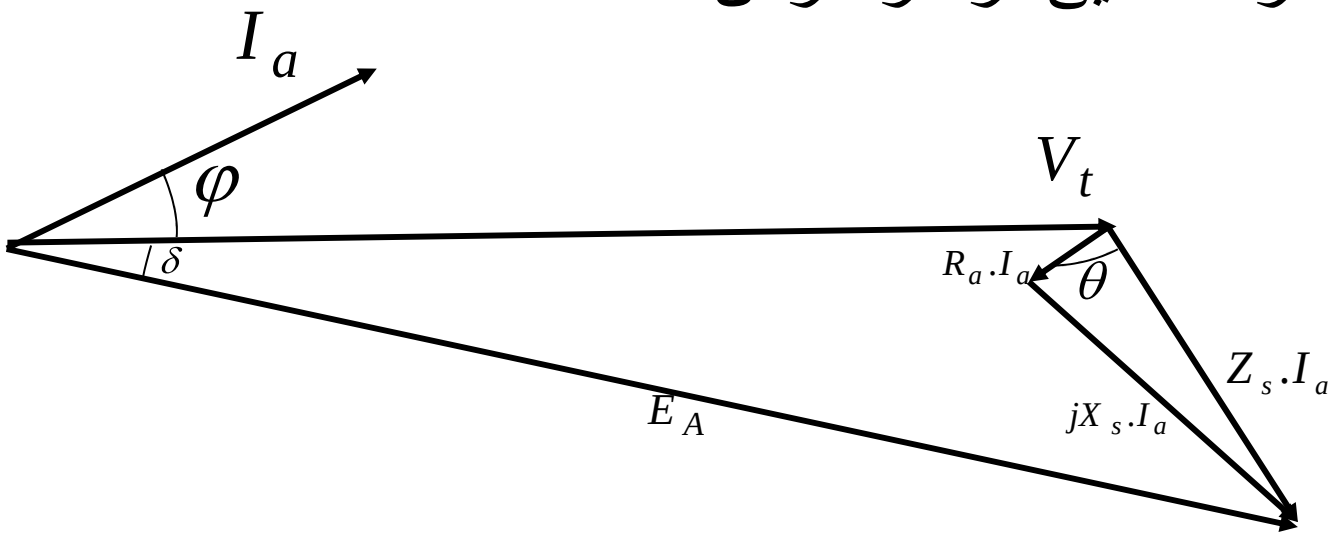


شکل ۱۰ـ۶ (الف) نمودار فیزوری یک موتور سنکرون کم تحریک. (ب) نمودار فیزوری یک موتور سنکرون پر تحریک.

مثال:

یک موتور سنکرون سه فاز ستاره 2300v دارای مقاومت اهمی 0.2 Ω و مقاومت القایی 2.2 Ω در هر فاز می باشد موتوردر ضریب قدرت 0.5 پیش فاز وجریان خط 200A کار میکند مطلوبست:

مقدار نیروی ضدمحرکه القایی در هر فاز آن؟



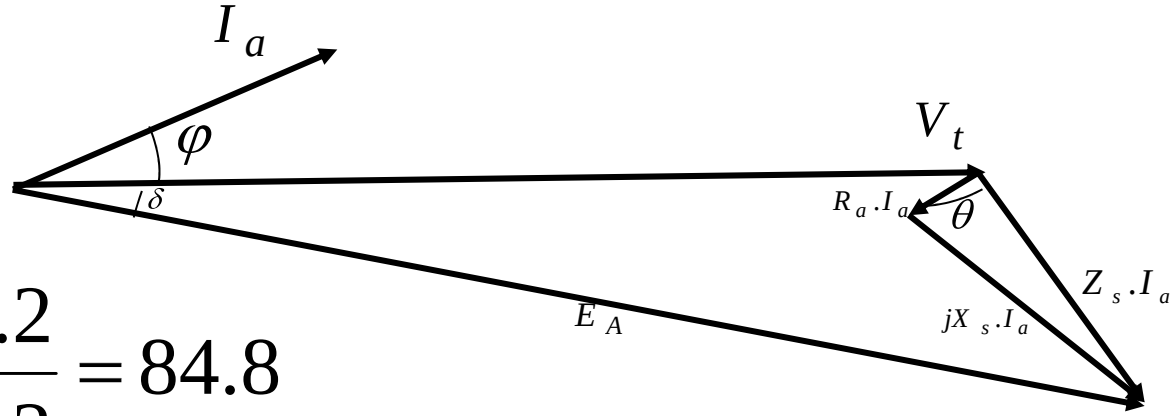
$$\vec{E}_A = \vec{V}_t - Z_s\vec{I}_a$$

$$Z_S = \sqrt{R_a^2 + X_S^2} = \sqrt{(0.2)^2 + (2.2)^2} = 2.209\ \Omega$$

$$Z_S.I_a = 2.209 \times 200 = 442\ V$$

$$V_t = \frac{2300}{\sqrt{3}} = 1328\ V$$

$$\phi = \cos^{-1}(0.5) = 60$$



$$\theta = tg^{-1}\frac{X_S}{R_a} = tg^{-1}\frac{2.2}{0.2} = 84.8$$

$$\phi + \theta = 60 + 84.8 = 144.8$$

$$E_A = \sqrt{V_t^2 + (Z_s I_a)^2 - 2V_t(Z_s I_a)Cos(\theta + \varphi)}$$

$$= \sqrt{(1328)^2 + (442)^2 - 2(1328)(442)\cos 144.8^\circ} = 1708V$$

$$\boxed{E_A = 1708V}$$

توان و گشتاور در موتور سنکرون:

توان دریافتی یک فاز از شبکه: $P_1 = V_t I_a Cos\varphi$

توان خروجی مکانیکی:

$$P_m = \frac{E_a V_t}{Z_s} Cos(\theta - \delta) - \frac{E_a^{\ 2}}{Z_s} Cos\theta$$

$$P_m = \frac{E_a V_t}{Z_s} Cos(\theta - \delta) - \frac{E_a^{\ 2}}{Z_s^{\ 2}} R_a$$

گشتاور خروجی: $T_{mec} = \frac{60 P_{mec}}{2\pi n_s}$

در صورتیکه $\delta = \theta$ گردد توان و گشتاور خروجی مکزیمم می گردد.

$$P_{m(\max)} = \frac{E_a V_t}{Z_s} - \frac{E_a{}^2}{Z_s} Cos\theta$$

$$P_{m(\max)} = \frac{E_a V_t}{Z_s} - \frac{E_a{}^2}{Z_s{}^2} R_a$$

$$T_{mec\max} = \frac{60 P_{mec(\max)}}{2\pi n_s}$$

مثال:

یک موتور سنکرون شش قطب دارای مقاومت اهمی $0.5\ \Omega$ و امپدانس آرمیچر $10\ \Omega$ می باشد هنگامی که از شبکه $2000V$ و $50Hz$ تغذیه می کند تحریک میدان طوری تنظیم شده است که نیروی محرکه $1600v$ در آن القا می شود گشتاور ماکزیمم و توان ماکزیمم موتوررا محاسبه کنید؟ شکل

$$\cos\theta = \frac{R_a}{Z_S} = \frac{0.5}{10} = \frac{1}{20} = 0.05$$

$$P_{2(\max)} = \frac{E_a V_t}{Z_s} - \frac{E_a{}^2}{Z_s} Cos\theta = \frac{2000 \times 1600}{10} - \frac{(1600)^2}{10} \times \frac{1}{20} = 295594\ W$$

$$n_s = \frac{60\,f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000$$

$$T_{2\max} = \frac{60 P_{2\max}}{2\pi\ n_s} = \frac{60 \times 295594}{6.28 \times 1000} = 2824\ \ N.m$$

اگر از R_a صرف نظر گردد یعنی $\theta = 90$ و $Z_s = Xs$ بنا بر این توان و گشتاور بصورت زیر در می آید

$$P_m = \frac{E_a V_t}{X_s} Sin\delta$$

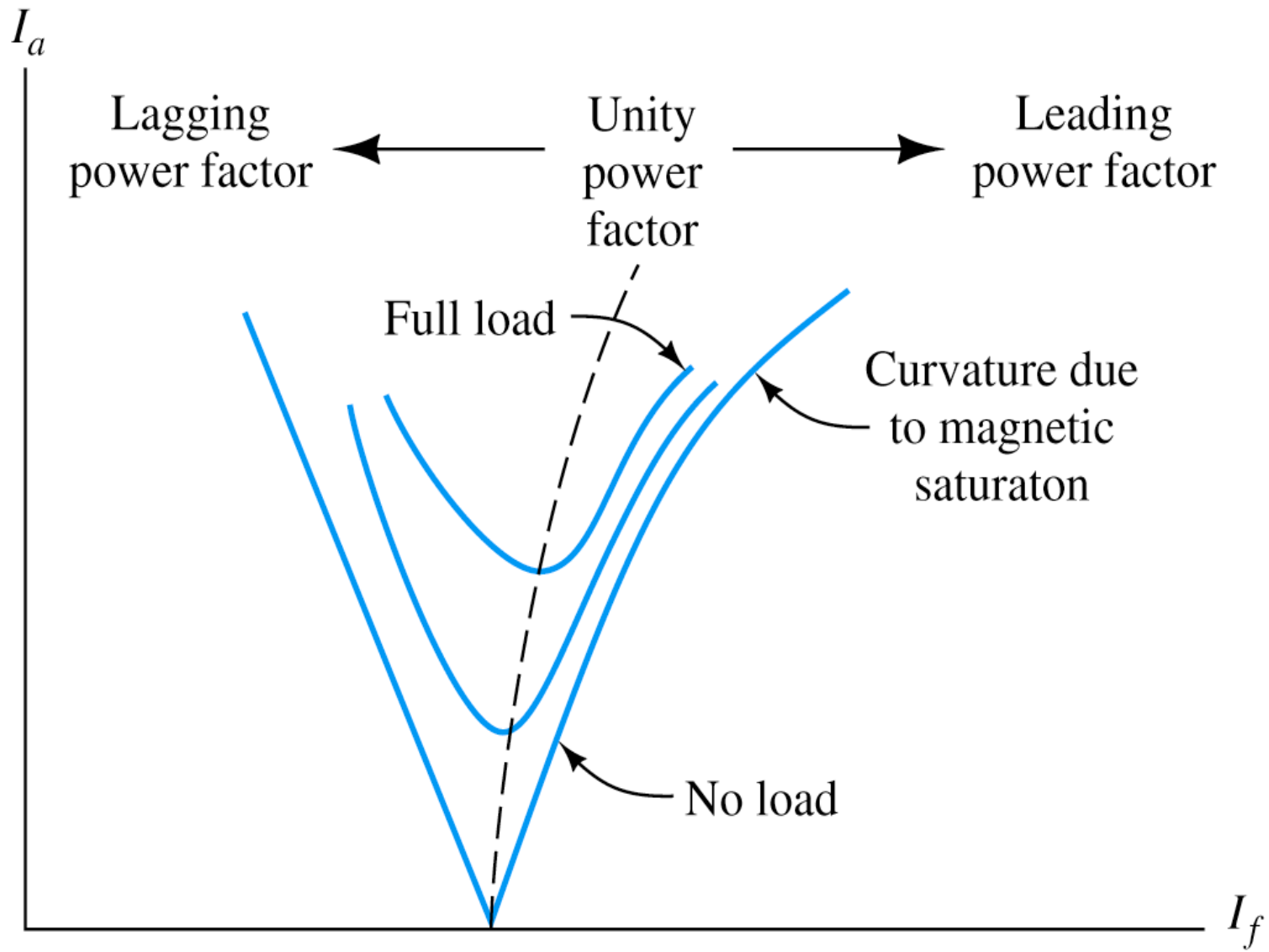
$$P_{m\max} = \frac{E_a V_t}{X_s}$$

$$T_{mec} = \frac{60 P_{mec}}{2\pi n_s}$$

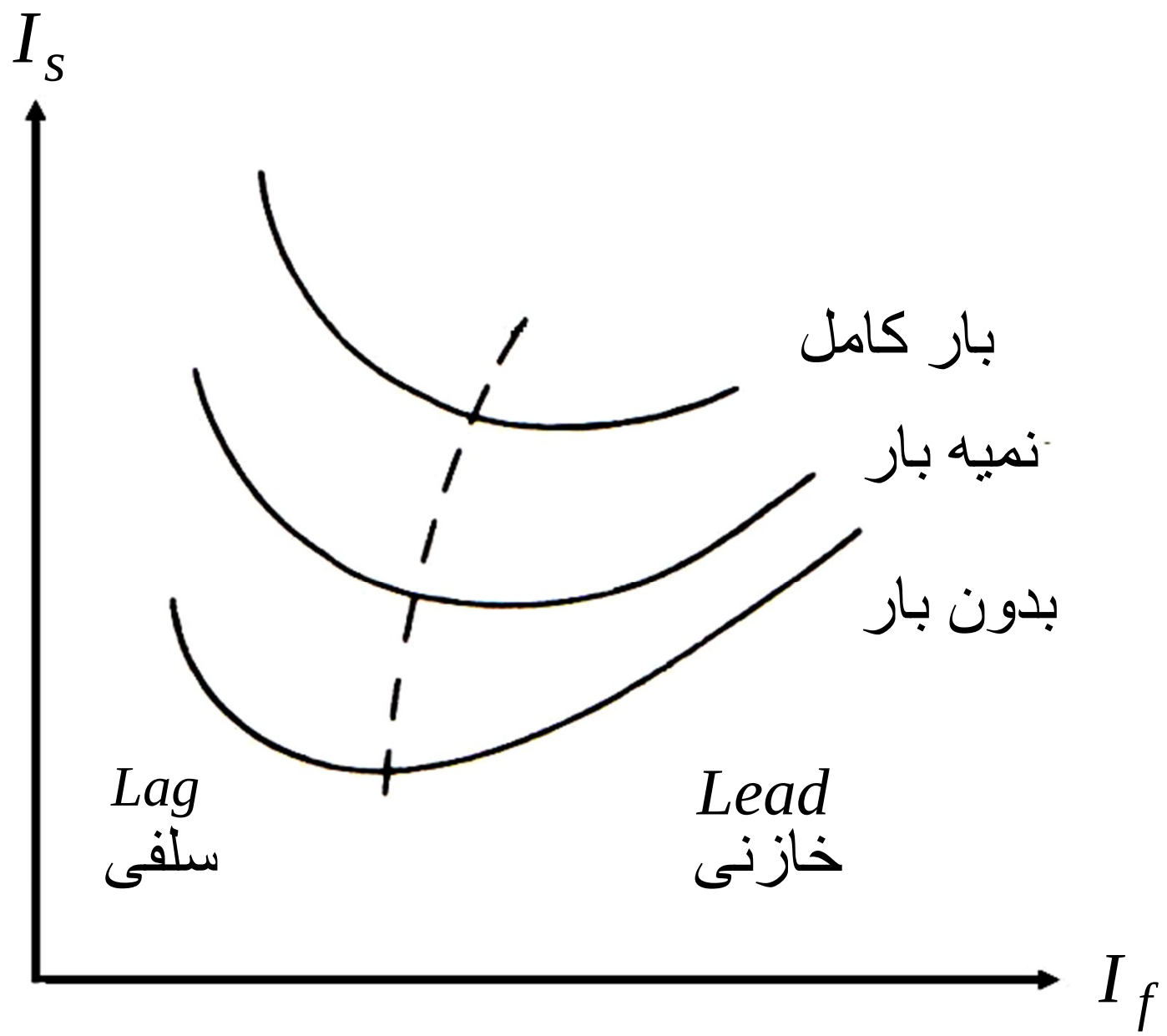
$$T_{mec\max} = \frac{60 P_{mec\max}}{2\pi n_s}$$

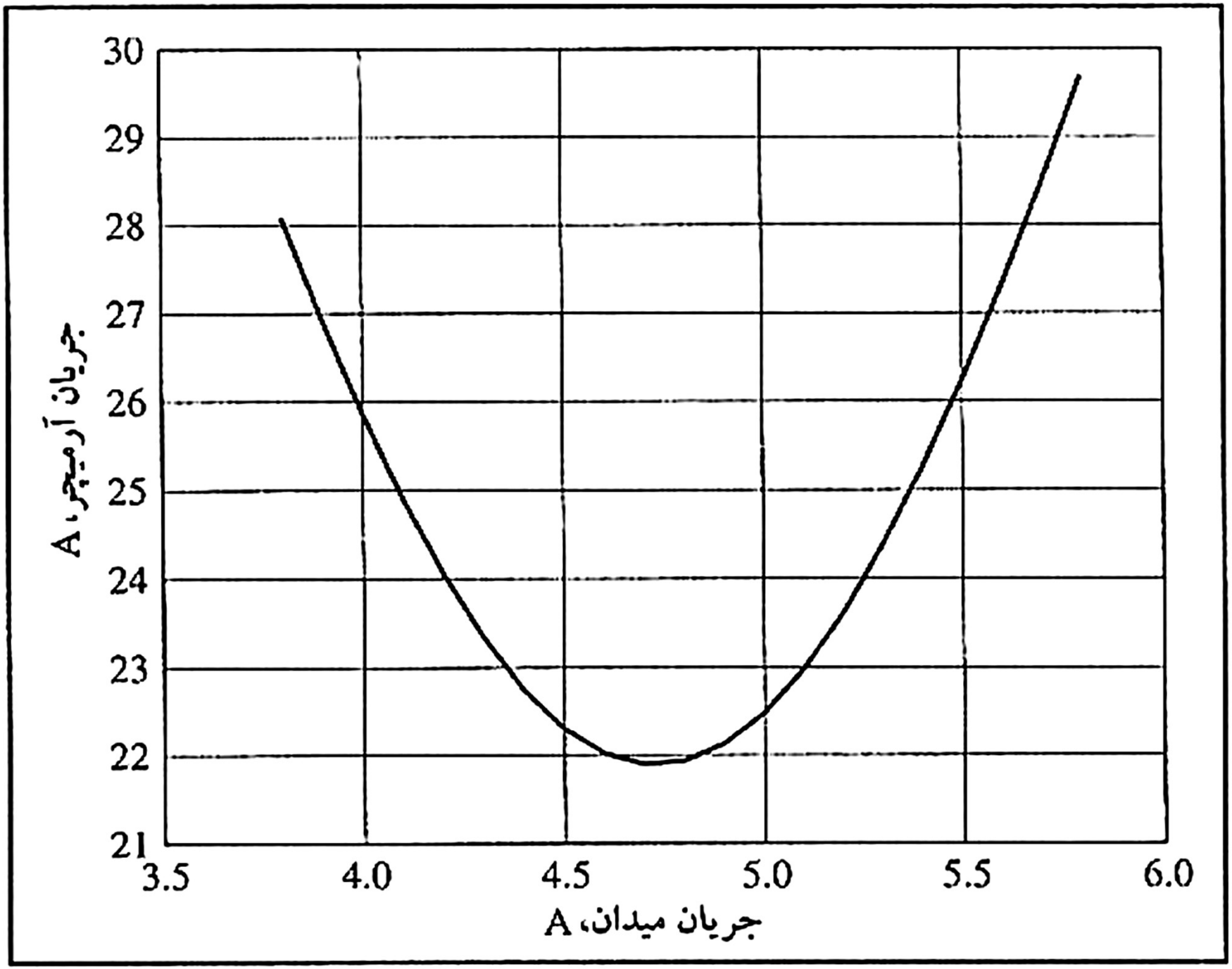
منحنی V شکل در موتور سنکرون:

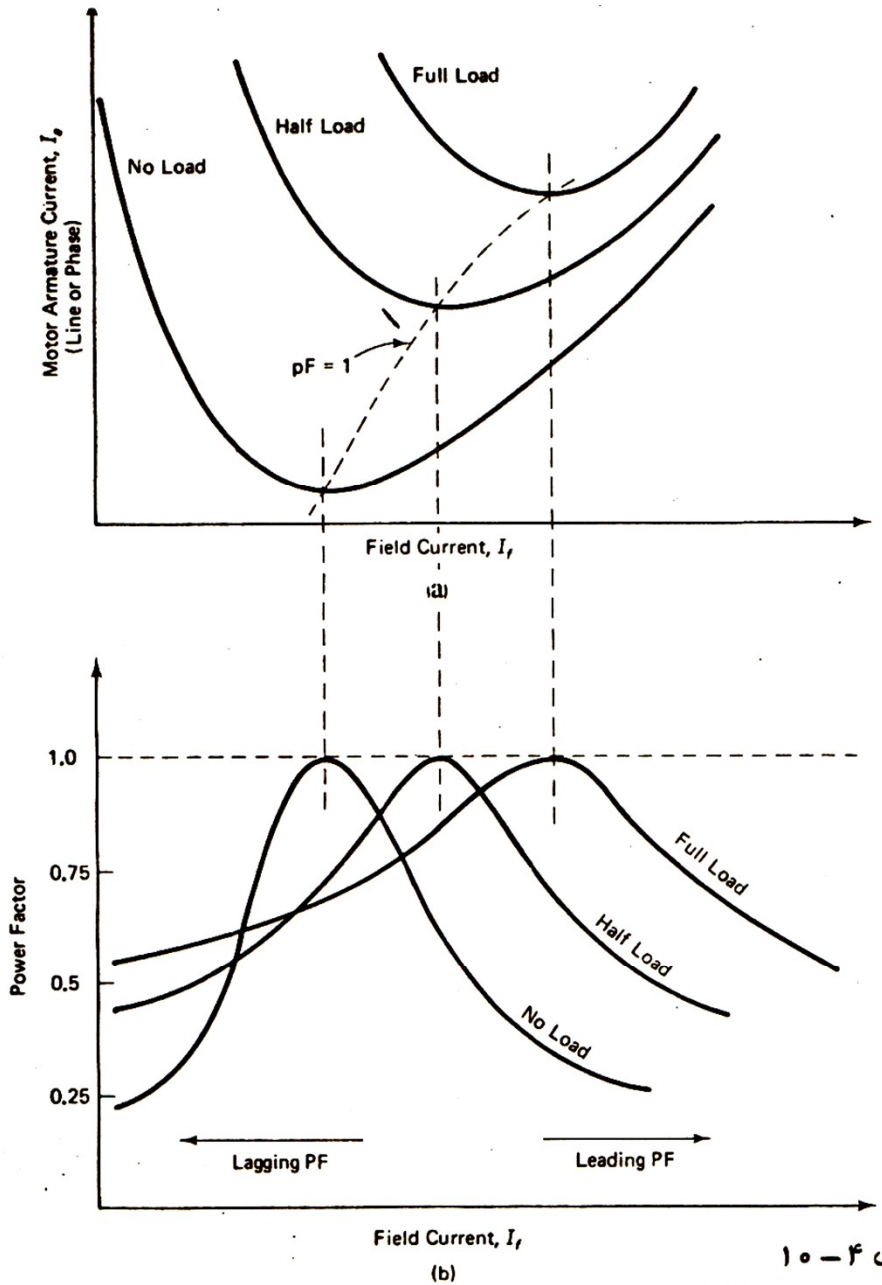
یکی از مشخصه های مهم در موتور سنکرون مشخصه V شکل می باشد.
این مشخصه رابطه بین جریان استاتور و جریان تحریک را مشخص می نماید.
با افزایش جریان تحریک جریان استاتور ابتدا کاهش می یابد(حالت سلفی) تا ناحیه ای که مینیمم مقدار جریان استاتور را داریم $Cos\varphi = 1$ از آن لحظه به بعد با افزایش جریان تحریک جریان استاتور نیزافزایش می یابد.(حالت خازنی)



V curves for a synchronous motor with variable excitation.


I_s
بار کامل
نمیه بار
بدون بار
Lag
سلفی
Lead
خازنی
I_f


30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
جریان آرمیچر، A
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
جریان میدان، A



شکل ۴ – ۱۰

a : منحنی V شکل مربوط به تغییرات جریان استاتور برحسب جریان تحریک

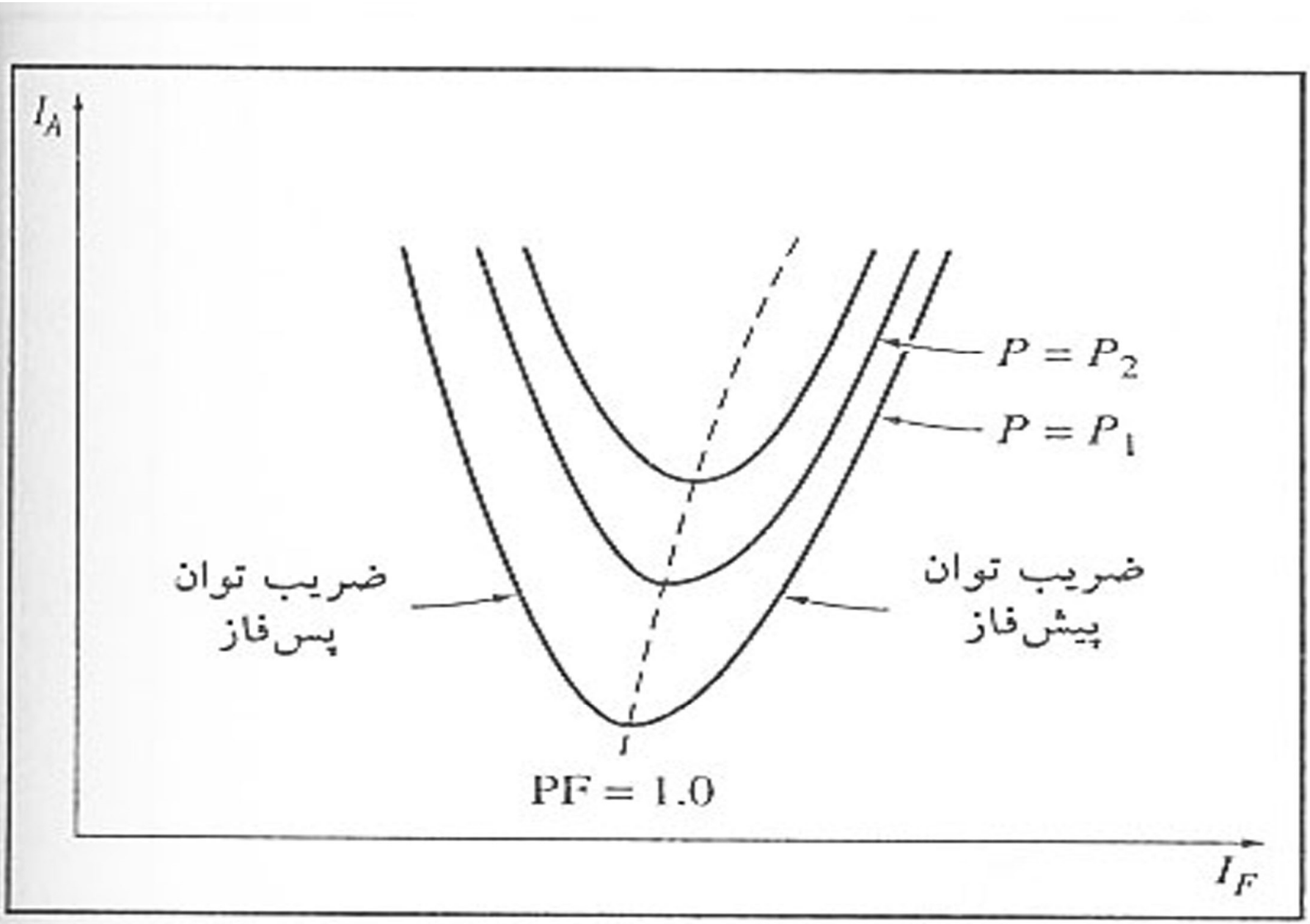
b : منحنی V شکل معکوس مربوط به تغییرات ضریب توان بر حسب جریان تحریک

مزایای موتور سنکرون:

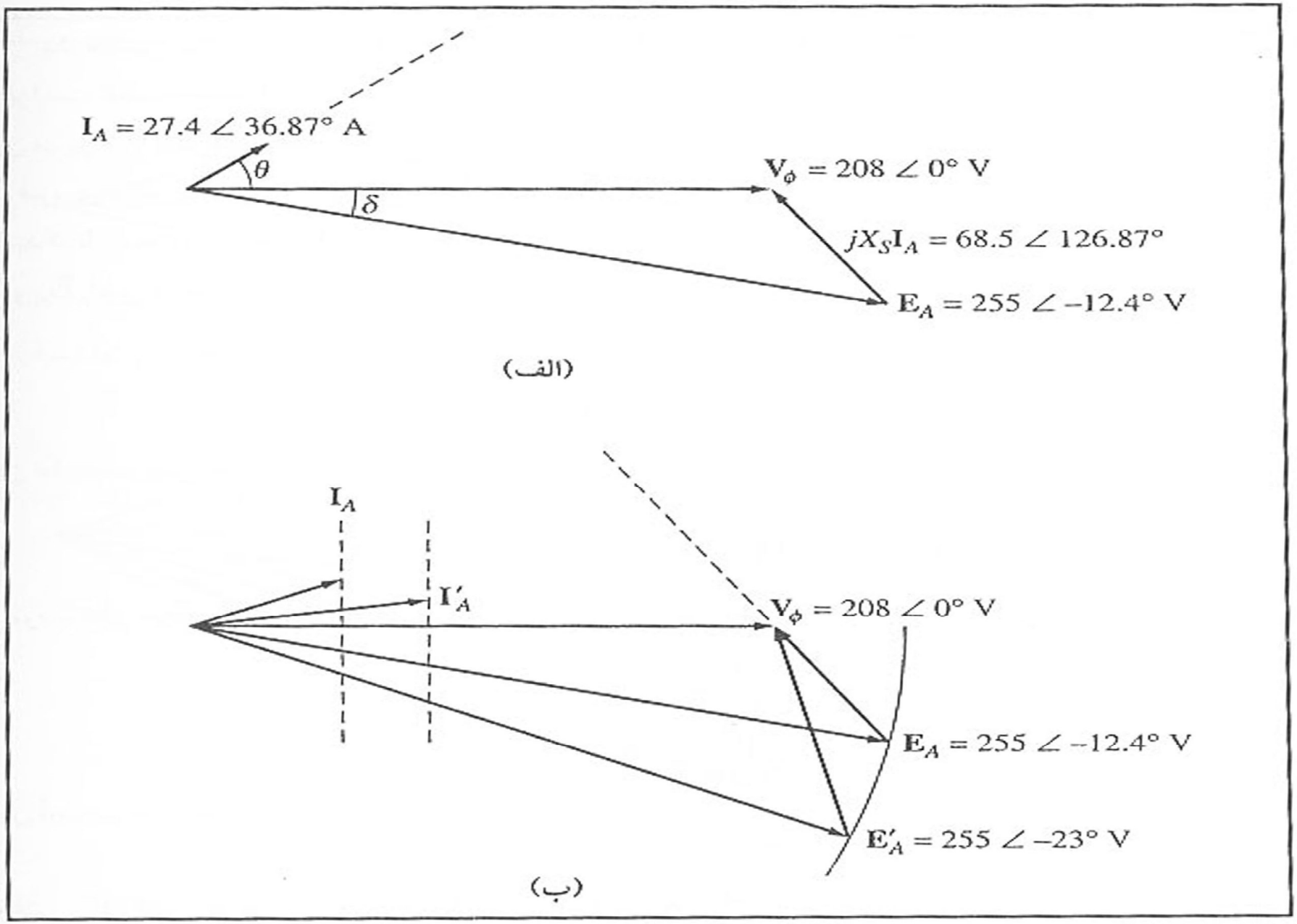
۱- ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم
۲- بازده فوق العاده بالا
۳- در مقابل نوسانات ولتاژ حساسیت ندارد.
۴- دور کاملا ثابت حتی در زیر بار
۵- رگولاسیون ولتاژ
۶- توان راکتیو تولید می کند و بصورت یک خازن اصلاح ضریب قدرت می نماید.

معایب موتور سنکرون:

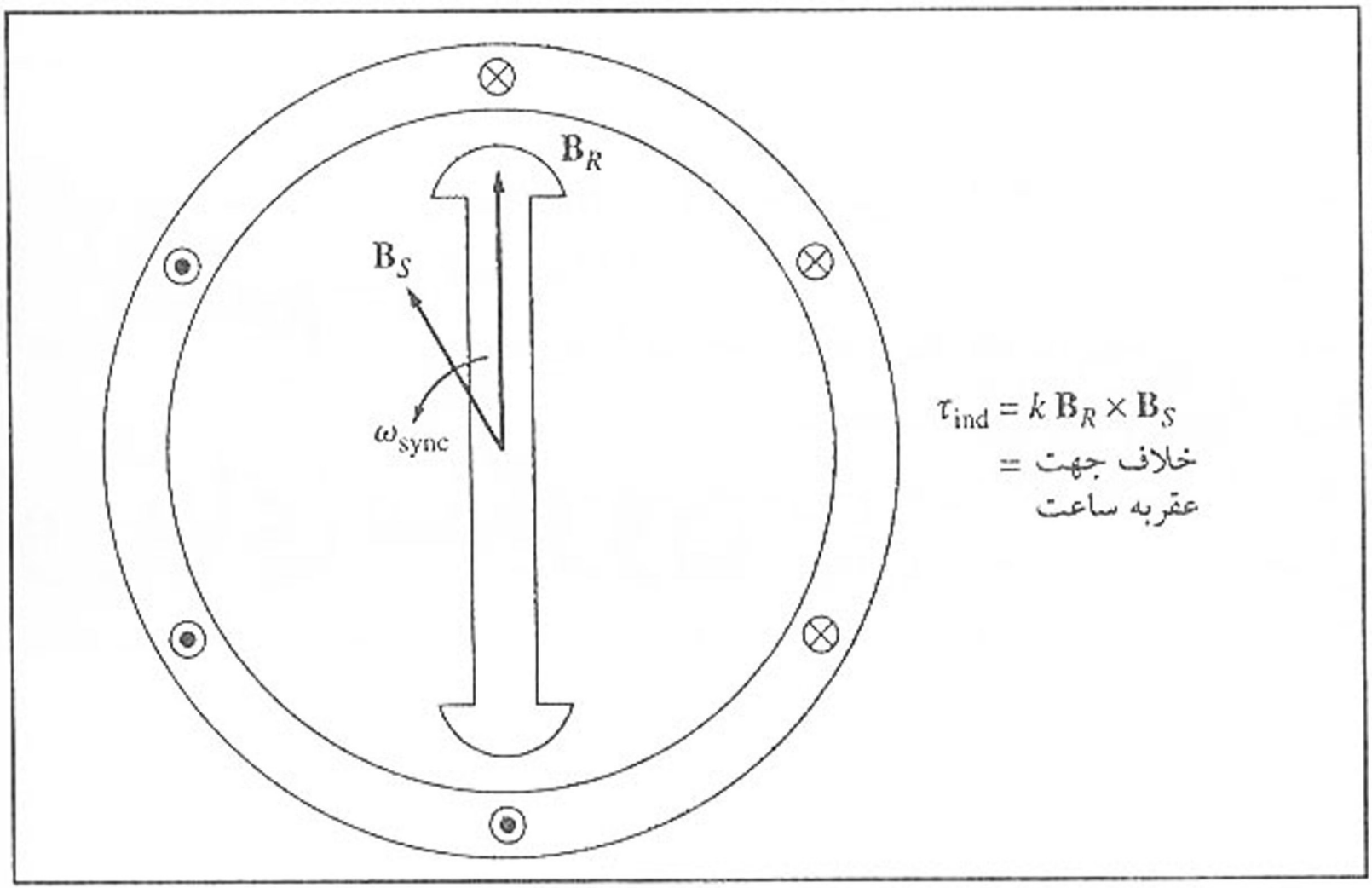
۱- پیچیدگی ساختمان.
۲- هزینه بالا
۳- مشکلات کنترلی (دور آن ثابت بوده قابل تنظیم نیست)
۴- نداشتن گشتاور راه اندازی



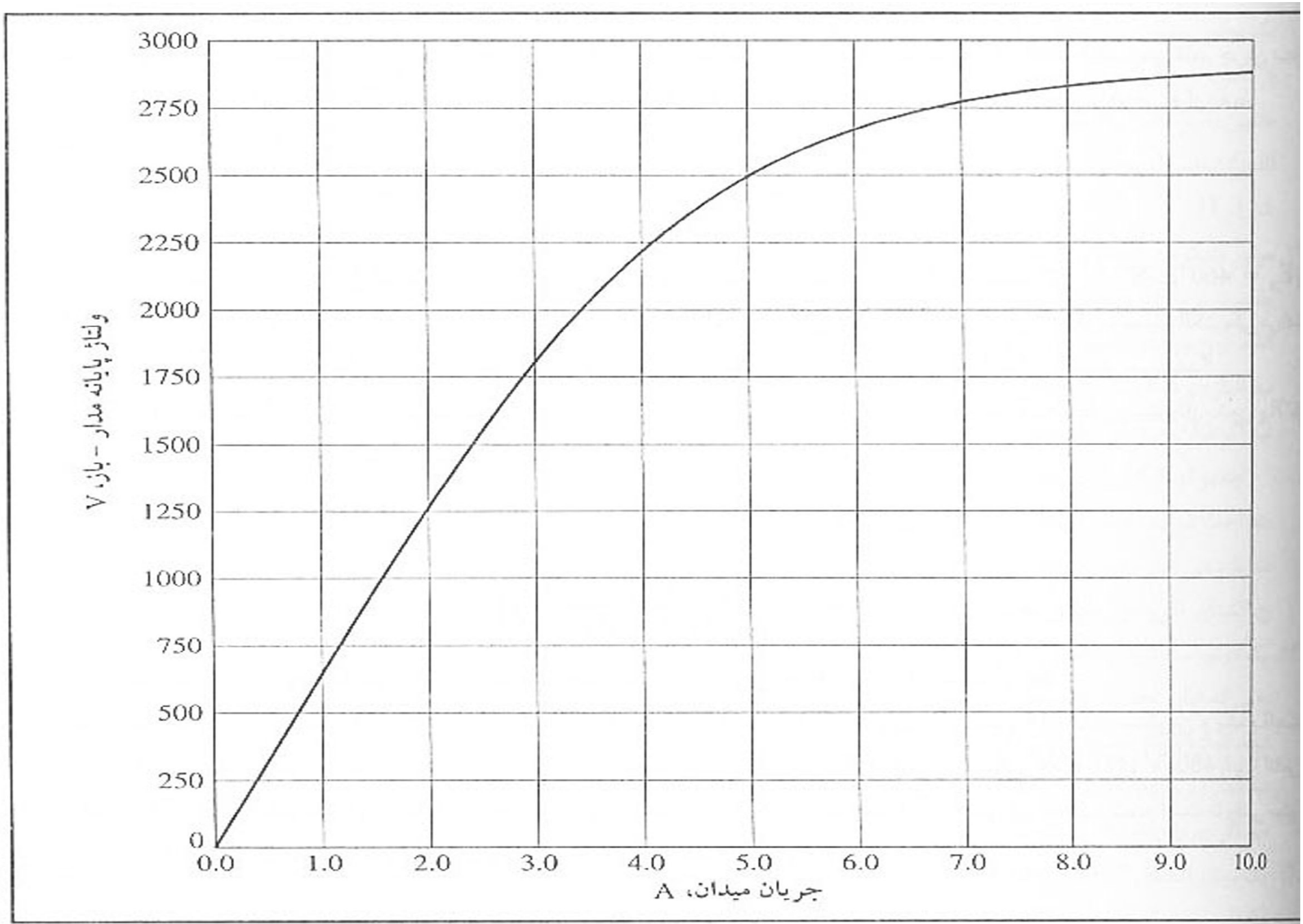
شکل ۹ـ۶ منحنی‌های V موتور سنکرون.



شکل ۷ـ۶ (الف) نمودار فیزوری موتور برای مثال ۱ـ۶ (الف). (ب) نمودار فیزوری مثال ۱ـ۶ (ب).



شکل ۱ـ۶ یک موتور سنکرون دو قطب.



شکل م ـ ۱ مشخصه مدار باز برای موتور در مسائل ۳ و ۴.

EXAMPLE 17.10 Synchronous Motor Analysis

Problem

Find the kVA rating, the induced voltage and the power angle of the rotor for a fully loaded synchronous motor.

Solution

Known Quantities: Motor ratings; motor synchronous impedance.

Find: S; $\mathbf{E}_b$; δ.

Schematics, Diagrams, Circuits, and Given Data: Motor ratings: 460 V; 3 ϕ; pf = 0.707 lagging; full-load stator current: 12.5 A. $Z_S = 1 + j12\ \Omega$.

Assumptions: Use per-phase analysis.

Analysis: The circuit model for the motor is shown in Figure 17.36. The per-phase current in the wye-connected stator winding is

$$I_S = |\mathbf{I}_S| = 12.5\ \text{A}$$

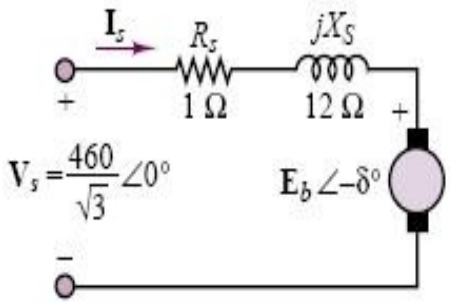


Figure 17.36

The per-phase voltage is

$$V_S = |\mathbf{V}_S| = \frac{460 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 265.58 \text{ V}$$

The kVA rating of the motor is expressed in terms of the apparent power, S (see Chapter 7):

$$S = 3V_S I_S = 3 \times 265.58 \text{ V} \times 12.5 \text{ A} = 9{,}959 \text{ W}$$

From the equivalent circuit, we have

$$\begin{aligned}\mathbf{E}_b &= \mathbf{V}_S - \mathbf{I}_S(R_S + jX_S) \\ &= 265.58 - (12.5\angle -45^\circ \text{ A}) \times (1 + j12\ \Omega) = 179.31\angle -32.83^\circ \text{ V}\end{aligned}$$

The induced line voltage is defined to be

$$V_{\text{line}} = \sqrt{3}E_b = \sqrt{3} \times 179.31 \text{ V} = 310.57 \text{ V}$$

From the expression for $\mathbf{E}_b$, we can find the power angle:

$$\delta = -32.83^\circ$$

Comments: The minus sign indicates that the machine is in the motor mode.

EXAMPLE 17.11 Synchronous Motor Analysis

Problem

Find the stator current, the line current and the induced voltage for a synchronous motor.

Solution

Known Quantities: Motor ratings; motor synchronous impedance.

Find: $\mathbf{I}_S$; $\mathbf{I}_{\text{line}}$; $\mathbf{E}_b$.

Schematics, Diagrams, Circuits, and Given Data: Motor ratings: 208 V; 3 ϕ; 45 kVA; 60 Hz; pf = 0.8 leading; $Z_S = 0 + j2.5\ \Omega$. Friction and windage losses: 1.5 kW; core losses: 1.0 kW. Load power: 15 hp.

Assumptions: Use per-phase analysis.

Analysis: The output power of the motor is 15 hp; that is:

$$P_{\text{out}} = 15\text{ hp} \times 0.746\text{ kW/hp} = 11.19\text{ kW}$$

The electric power supplied to the machine is

$$\begin{aligned} P_{\text{in}} &= P_{\text{out}} + P_{\text{mech}} + P_{\text{core-loss}} + P_{\text{elec-loss}} \\ &= 11.19\text{ kW} + 1.5\text{ kW} + 1.0\text{ kW} + 0\text{ kW} = 13.69\text{kW} \end{aligned}$$

As discussed in Chapter 7, the resulting line current is

$$I_{\text{line}} = \frac{P_{\text{in}}}{\sqrt{3}V\cos\theta} = \frac{13{,}690\text{ W}}{\sqrt{3} \times 208\text{ V} \times 0.8} = 47.5\text{ A}$$

Because of the Δ connection, the armature current is

$$\mathbf{I}_S = \frac{1}{\sqrt{3}}\mathbf{I}_{\text{line}} = 27.4\angle 36.87^\circ\text{ A}$$

The emf may be found from the equivalent circuit and KVL:

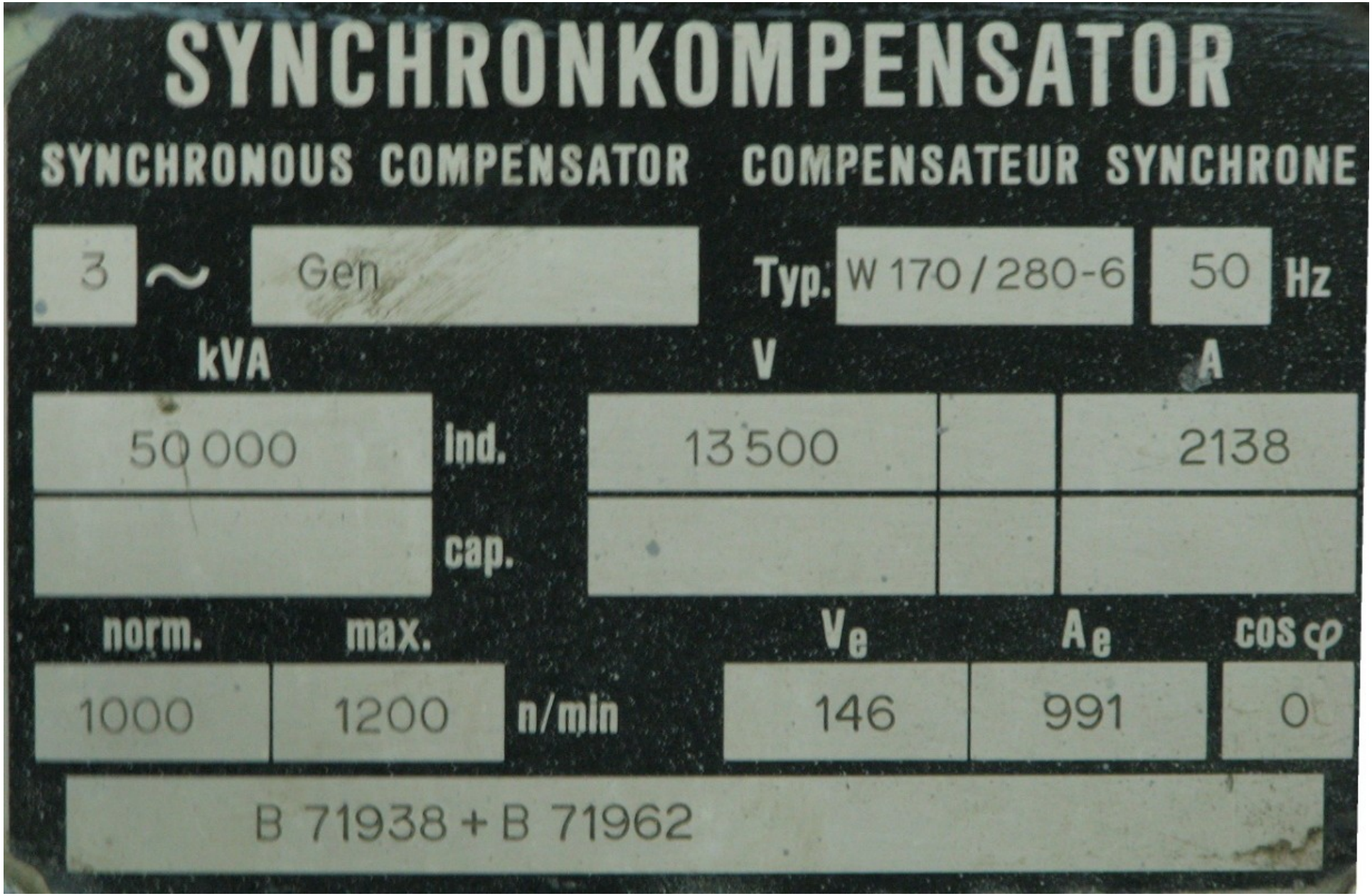
$$\mathbf{E}_b = \mathbf{V}_S - jX_S\mathbf{I}_S$$

$$= 208\angle 0^\circ - j2.5\ \Omega(27.4\angle 36.87^\circ\ \text{A}) = 255\angle -12.4^\circ\ \text{V}$$

The power angle is

$$\delta = -12.4^\circ$$

یک موتور سنکرون با قدرت ظاهری **50 MVA** ، ولتاژ ۱۳۵۰۰ ولت ، ۲۱۳۸ آمپر ، ولتاژ تحریک ۱٤٦ ولت ، جریان تحریک ۹۹۱ آمپر ، ٦ قطب و با دور نامی ۱۰۰۰ دور در دقیقه را نشان می دهد. این موتور تأمین کننده توان رأکتیو مورد نیاز یک کارخانه ی فولاد است

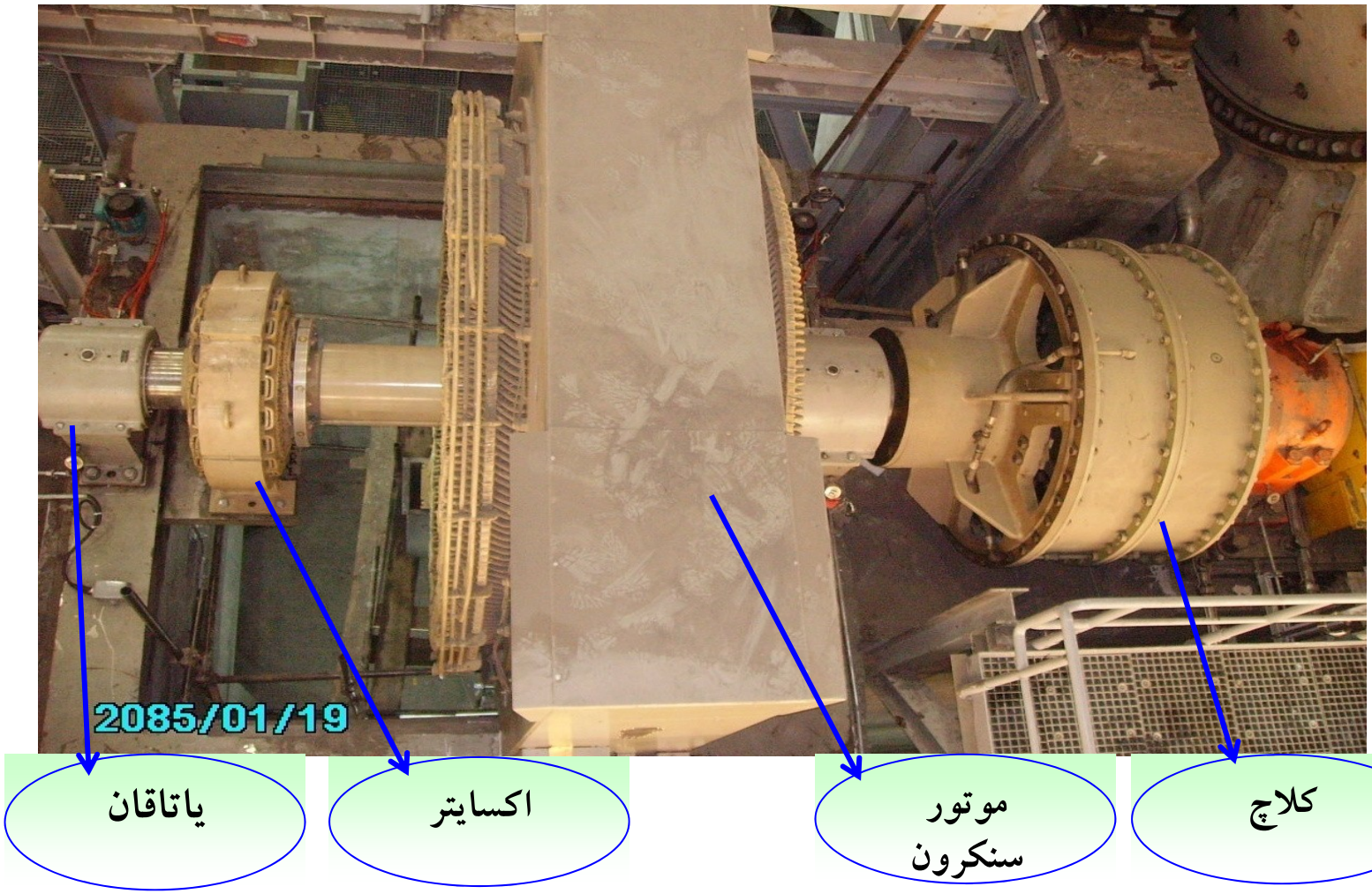

SYNCHRONKOMPENSATOR
SYNCHRONOUS COMPENSATOR COMPENSATEUR SYNCHRONE
3 ~ Gen
Typ. W 170 / 280-6
50 Hz
kVA
V
A
50 000
ind.
13 500
2138
cap.
norm.
max.
Ve
Ae
cos φ
1000
1200
n/min
146
991
0
B 71938 + B 71962

برای راه اندازی موتور سنکرون شکل ٦-٥ یک موتور آسنکرون روتور سیم پیچی با ولتاژ ٦٠٠٠ ولت و جریان ١٦٧ آمپر مانند شکل ٨-٥ استفاده شده است. هم چنین در شروع کار روغن با فشار حدود ١٠ تا ١٢ بار از طریق پمپ شکل ٩-٥ و نازل ها به زیر شافت در یاتاقان های شکل ١٠-٥ و ١١-٥ موتور تزریق می شود.

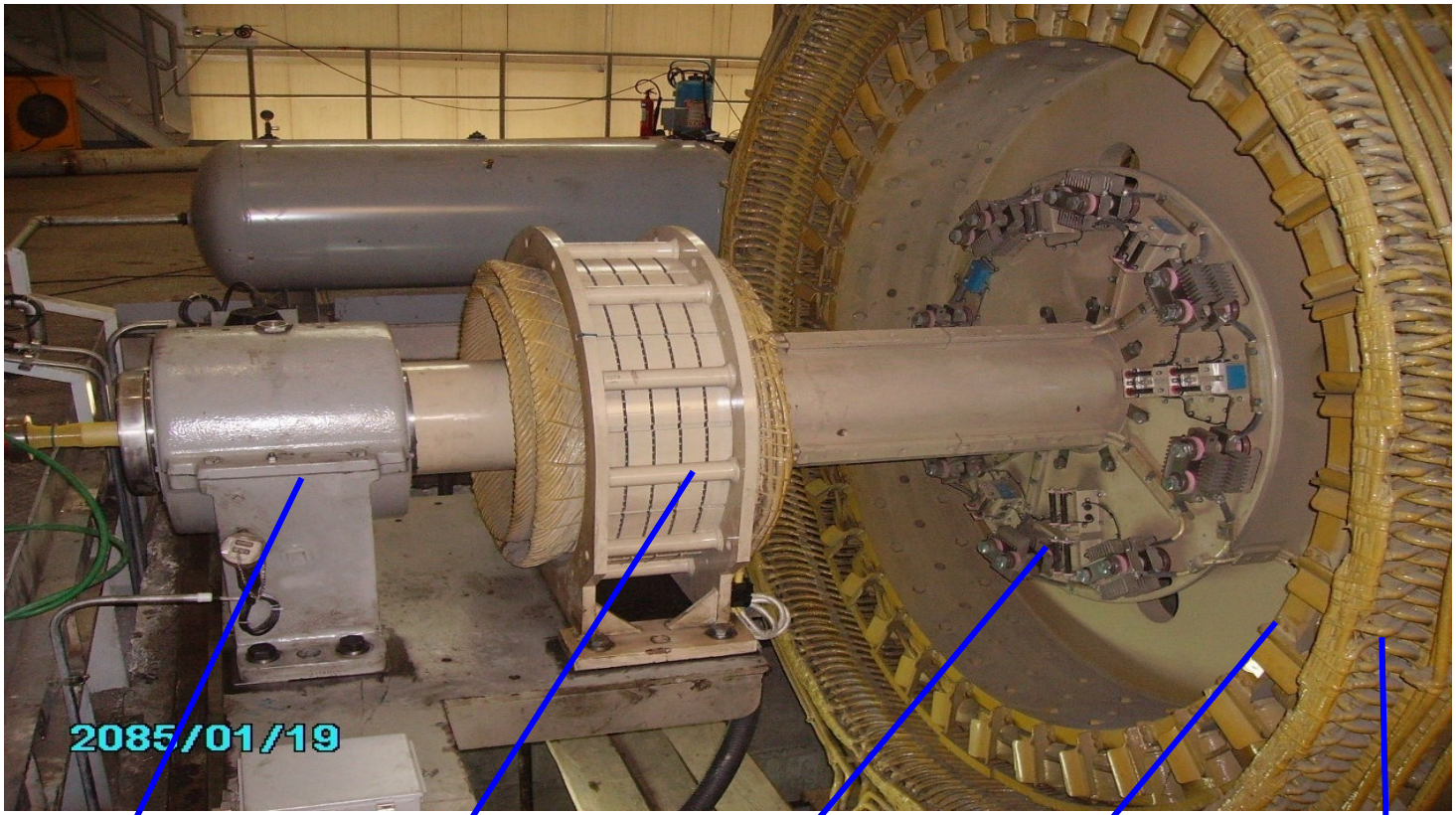
در زمان راه اندازی دو سر سیم پیچ روتور توسط تریستورهای قدرت اتصال کوتاه شده و پس از رسیدن سرعت روتور به ٨٠٪ سرعت نامی آن ، بعد از قطع کردن تریستورهای اتصال کوتاه دو سر تحریک ، به سیم پیچ تحریک ولتاژ DC اعمال می شود. و تغذیه استاتور موتور آسنکرون روتور سیم پیچی هم قطع می شود و ذغال ها توسط یک موتور از روی رینگ ٌ های روتور سیم پیچی برداشته می شود.

شکل ۱۲-۵ یک موتور سنکرون را نشان می دهد که به عنوان یک دستگاه آسیاب مواد مورد کاربرد قرار گرفته است. شکل ۱۳-۵ به ترتیب از سمت راست کلاچ ، موتور سنکرون ، تحریک کننده ی موتور سنکرون (اکسایتر) و یاتاقان را نشان می دهد.

شکل ۱۲-۵

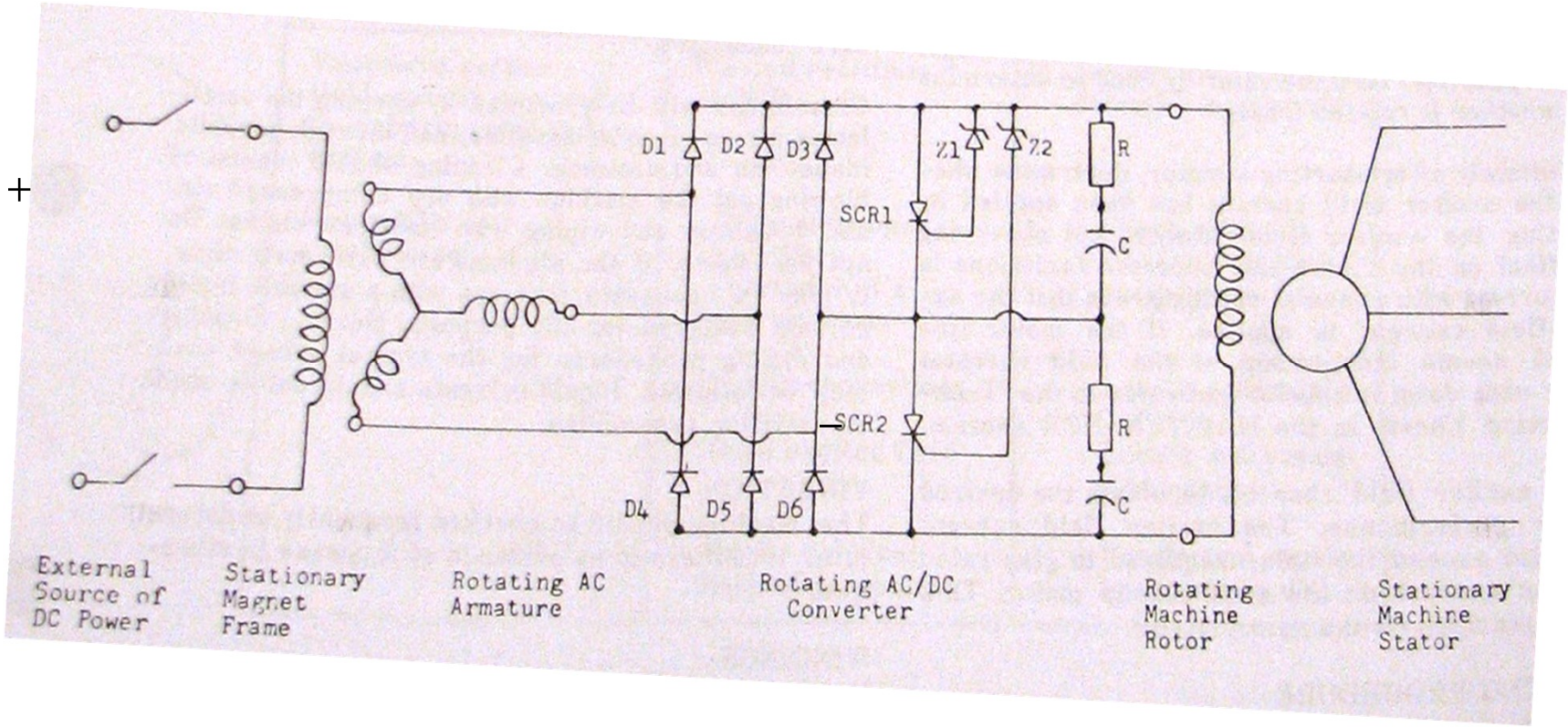


شکل ۱۳-۵


2085/01/19
یاتاقان
اکسایتر
دیودها و تریستورها
روتور
استاتور

شکل ۱۴- ۵

شکل ۱۵-۵ مدار الکتریکی و اجزای الکتریکی و الکترونیکی مربوط به راه اندازی و کار یک دستگاه موتور سنکرون را نشان می دهد.



شکل ۱۵-۵

مزایای موتور سنکرون :

۱- این موتور دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم است .

۲- بازده عالی دارد .

۳- در مقابل نوسان ولتاژ حساسیت ندارد .

٤- امکان بکار بردن آن به طور مستقیم با ولتاژ زیاد وجود دارد .

٥- با تحریک مناسب هیچگونه قدرت راکتیو مصرف نمی کند و فقط قدرت اکتیو مناسب می گیرد .

٦- از این موتور میتوان به عنوان مولد قدرت راکتیو برای بالا بردن ضریب قدرت خط استفاده کرد .

معایب موتور سنکرون :

۱- یک وسیله راه اندازی اولیه که موتور کمکی و غیره می باشد احتیاج دارد .

۲- علاوه بر جریان متناوب برای سیم پیچ استاتور ، جریان دائم برای قطبهای آن هم مورد احتیاج است در نتیجه قیمت ماشین را نسبت به مشابه خود بالا میبرد .

۳- سرعت آن ثابت است .

٤- نداشتن تحمل اضافه بار (در صورتیکه خیلی زیادتر از حد مجاز به آن بار دهند می ایستد و دوباره بایستی آنرا راه اندازی کرد).

کاربرد موتور سنکرون :

۱- به خاطر راه اندازی مشکل موتور سنکرون ، مورد استفاده آن محدود است .

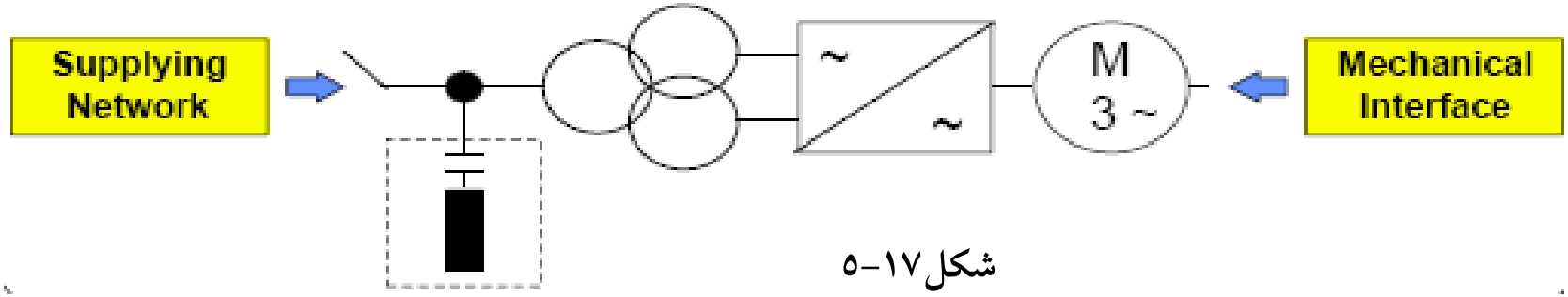
۲- به خاطر سرعت ثابت آن، در مواردیکه دور ثابت نیاز باشد، استفاده می شود.

۳- کاربرد مهم موتور سنکرون ، برای اصلاح $\mathbf{Cos\varphi}$ است. بار روی آن قرار نداده یعنی موتور بدون بار کار میکند در این حالت موتور سنکرون را خازن سنکرون گویند.

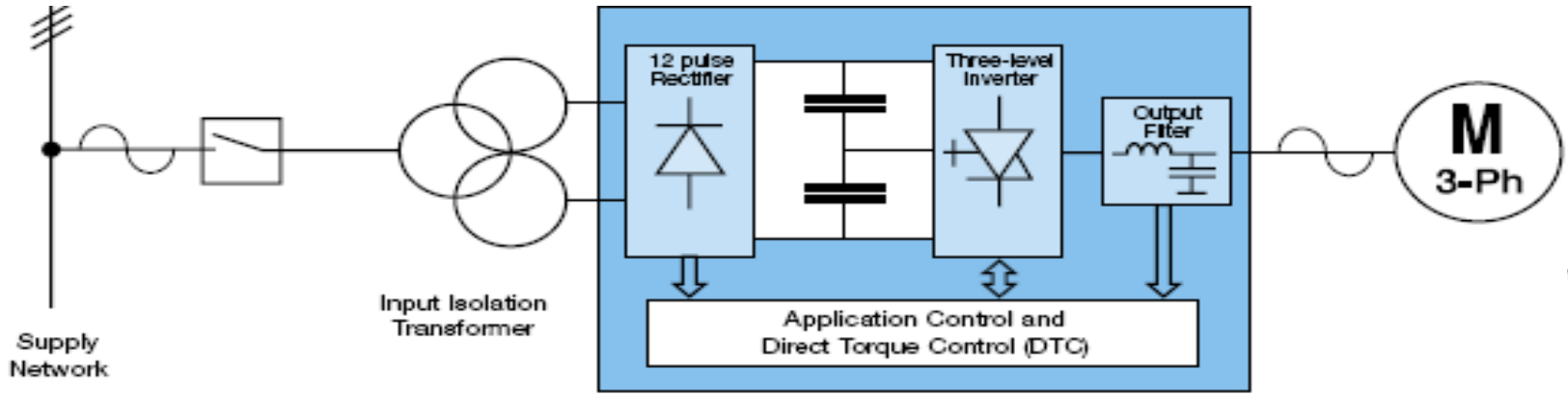
شکل های ۵-۱۷ تا ۵-۱۹ انواع مدارهای راه اندازی موتور سنکرون را نشان می دهد.

سرعت موتور سنکرون از رابطه ی $NS = \frac{60 \times f}{p}$ محاسبه می شود. و

برای کنترل سرعت موتور بایستی هم زمان ولتاژ و فرکانس را تغییر داد.



شکل۵-۱۷



شکل۵-۱۸

مثال:
یک موتورسنکرون سه فاز/۴ قطب/۶۰ هرتز/۲۰۸ ولت/ 5KVA با اتصال ستاره Ra=0 و Xs=8 می باشد. جریان تحریک را طوری تنظیم می کنیم تا موتور 3kw را تحت ضریب قدرت واحد از شبکه بکشد.مطلوبست:

الف)محاسبهEa و δ ورسم نمودارفازی
(جواب Ea=137.35v δ =-۲۹)

ب)اگرIf را ثابت نگه داریم و با ر روی موتور به تدریج افزایش یابد Tmax=? (Tmax=۳۲,۸)

۹-۷ چاپمن:

یک ماشین سنکرون دارای یک راکتانس سنکرون به اندازه3.8Ω بر فاز و یک مقاومت آرمیچر به اندازه 0.25Ω بر فاز است اگربرای مقادیر فازی داشته باشیم:

$$\left|V_\phi\right| = 480\,V \quad \text{و} \quad E_a = 457\angle -8$$

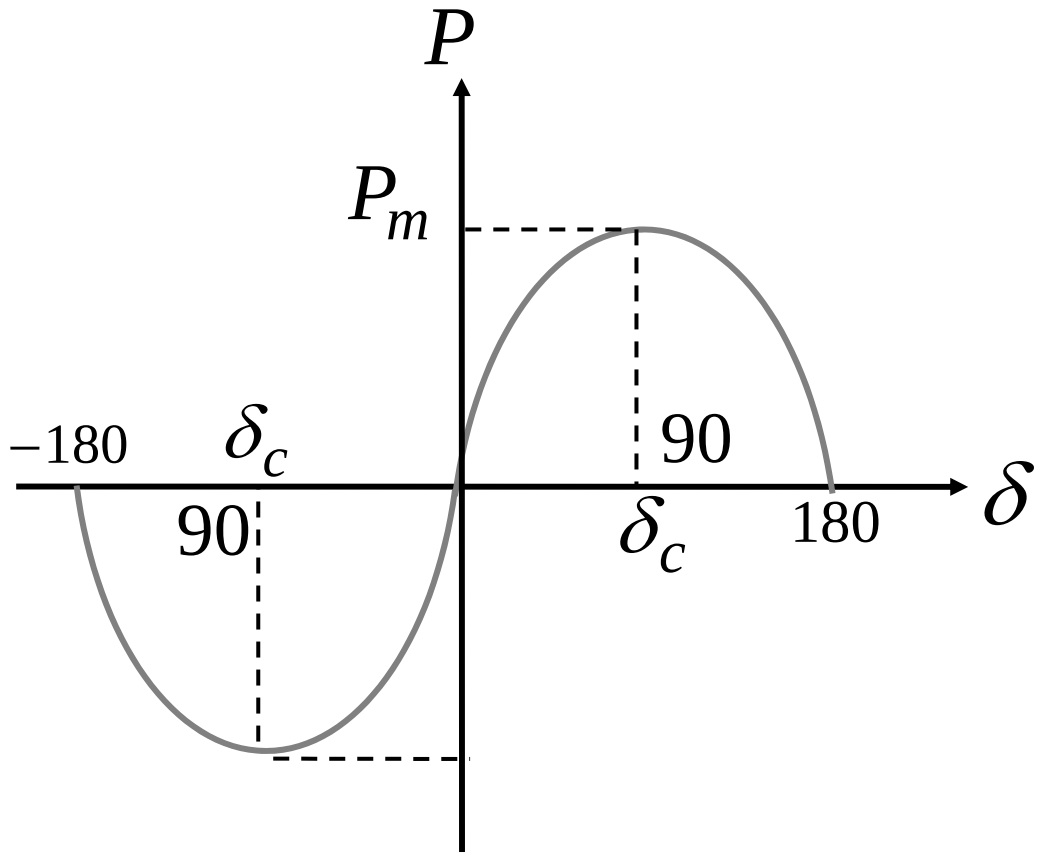
الف) این ماشین موتور است یا ژنراتور؟

ب) این ماشین چه اندازه توان P از سیستم الکتریکی دریافت می کند یا به آن تحویل میدهد ؟

ج) این ماشین چه اندازه توان راکتیو Q از سیستم الکتریکی دریافت می کند یا به آن تحویل می دهد؟

الف)موتور یا مولد؟

δزاویه بین Ea و VΦ است و چون منفی است موتور است



ب) این ماشین چه اندازه توان P از سیستم الکتریکی دریافت می کند یا به آن تحویل میدهد ؟

$$I_A = \frac{V_t - E_A}{Z_S} = \frac{480\angle 0 - 457\angle -8}{0.25 + j3.8} = 18.19\angle -19.5°$$

$$P = 3V_t I_A COS(\varphi_V - \varphi_I)$$

$$= 3 \times 480 \times 18.19 \times COS(0 - (-19.5°)) = 24691\ W$$

ج) این ماشین چه اندازه توان راکتیو **Q** از سیستم الکتریکی دریافت می کند یا به آن تحویل می دهد؟

$$I_A = 18.19\angle -19.5$$

چون جریان از ولتاژ عقب افتاده است در ناحیه پس فازی (سلفی) کار می کند در نتیجه Q می گیرد

$$Q = 3.V_t.I_A.\sin\phi = 3\times 480\times 18.19\times \sin(0-(-19.5)) = 8744\ VAR$$

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.