



# کنترل محرکه های الکتریکی

فصل ۲:

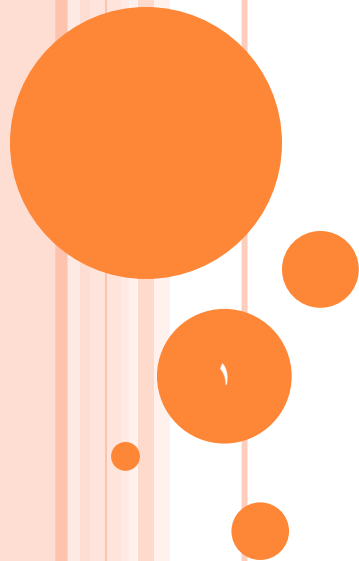
## موتورهای الکتریکی در سیستم های محرکه

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

دانشکده فنی

گروه برق

حسن علیپور





## ساختار نمونه محرکه های الکتریکی

❖ اجزا اصلی یک محرکه الکتریکی با قابلیت کنترل سرعت:

۱. موتور الکتریکی
۲. مبدل الکترونیک قدرت
۳. حسگرهای الکتریکی و حرکتی
۴. کنترل کننده محرکه
۵. واسطه های فرمان

# ساختار نمونه محرکه های الکتریکی

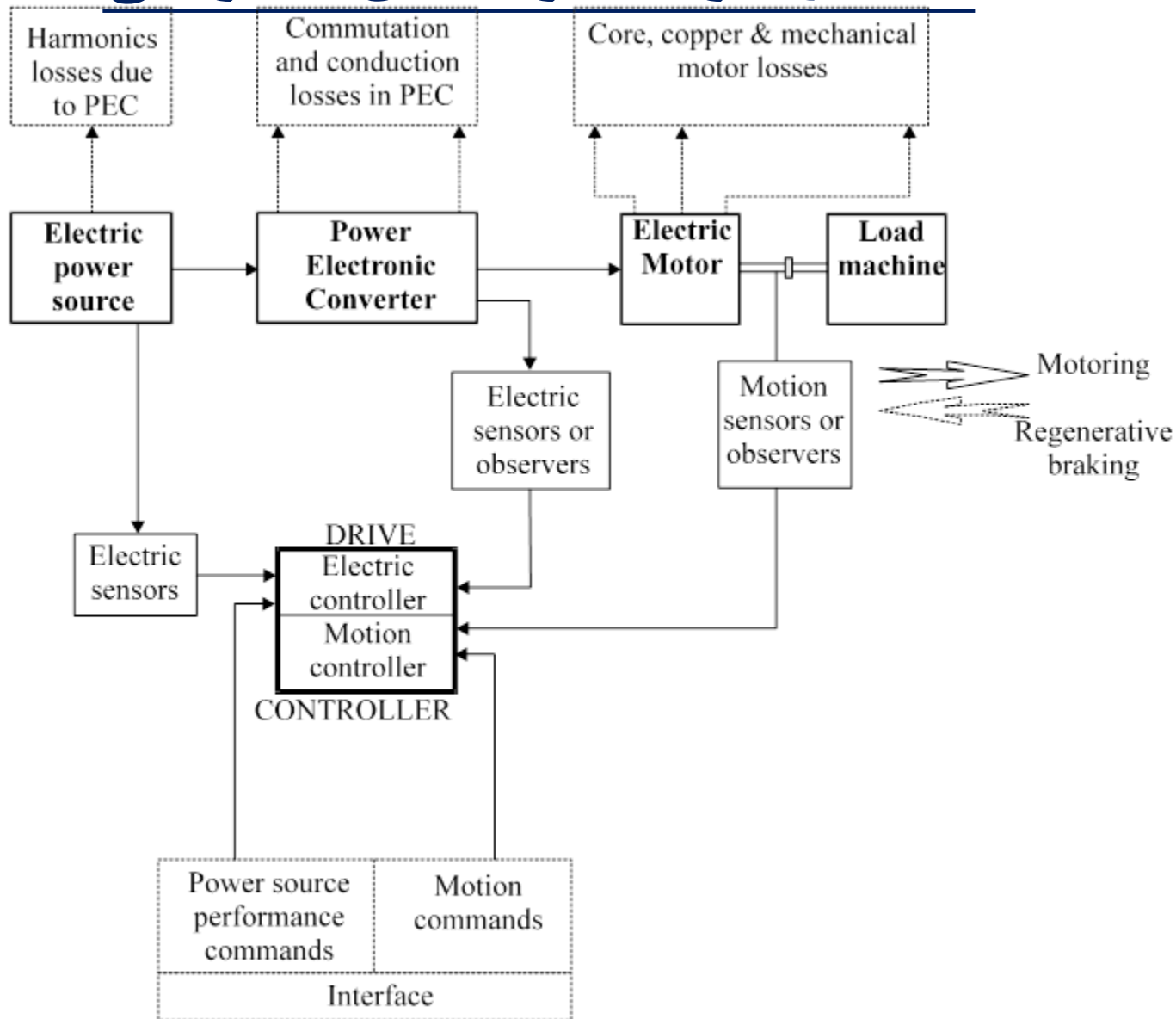


Figure 2.1. Electric drive basic topology

## موتورهای محرکه های الکتریکی

❖ مشخصه ایده آل **گشتاور-سرعت** در کنترل حرکت، **یک خط مستقیم** با **شیب منفی** است. به دلیل وجود این مشخصه در ماشین های dc و استفاده آسان از منابع dc متغیر در گستره کنترل سرعت، تا سال ۱۹۶۰ استفاده از موتورهای dc جاروبک دار بسیار رایج بود.

❖ از آن زمان به بعد با توسعه مبدل های الکترونیک قدرت در تولید ولتاژهای ac با **دامنه و فرکانس متغیر** و خطی سازی منحنی گشتاور-سرعت موتورهای ac توسط **روش های کنترلی** مناسب (نظیر کنترل برداری)، موتورهای ac در سیستم های محرکه الکتریکی رشد کردند.

# موتورهای DC جاروبک دار

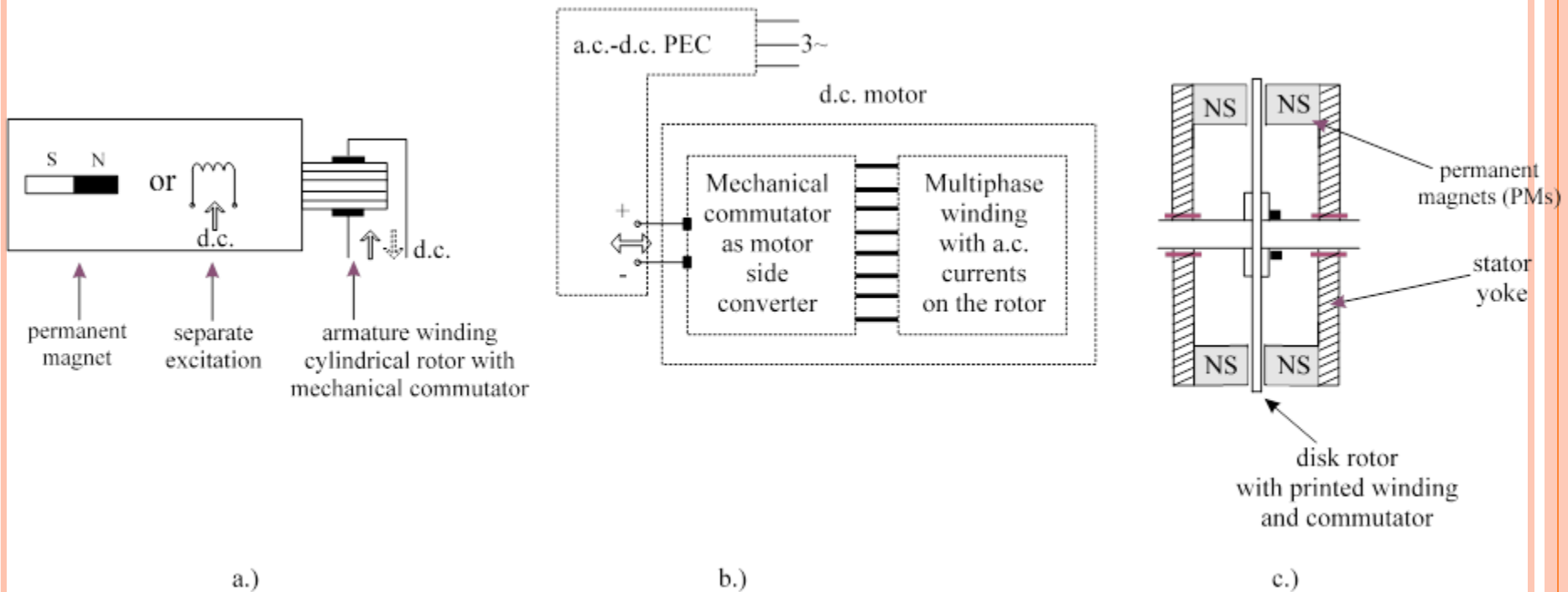


Figure 2.2. DC brush motor;  
 a) with cylindrical rotor (radial flux),  
 b) equivalence of DC motor to AC motor plus motor side power converter,  
 c) with PMs and disk rotor (axial flux).



## مشکلات موتورهای DC جاروبک دار

- ❖ این موتورها دارای محدودیت های جدی جریان کوموتاسیون و سرعت می باشند.
- ❖ مقدار توان در سرعت  $1000\text{rpm}$  به مقدار ۱ تا ۲ مگاوات محدود می شود.
- ❖ امکان استفاده در محیطهای شیمیایی و با قابلیت انفجار وجود ندارد.
- ❖ مبدل مورد نیاز جهت عملکرد موتور در چهار ربع از نظر قیمت و پیچیدگی ساختار با مبدل موتور ac قابل مقایسه است.

# موتورهای AC القایی

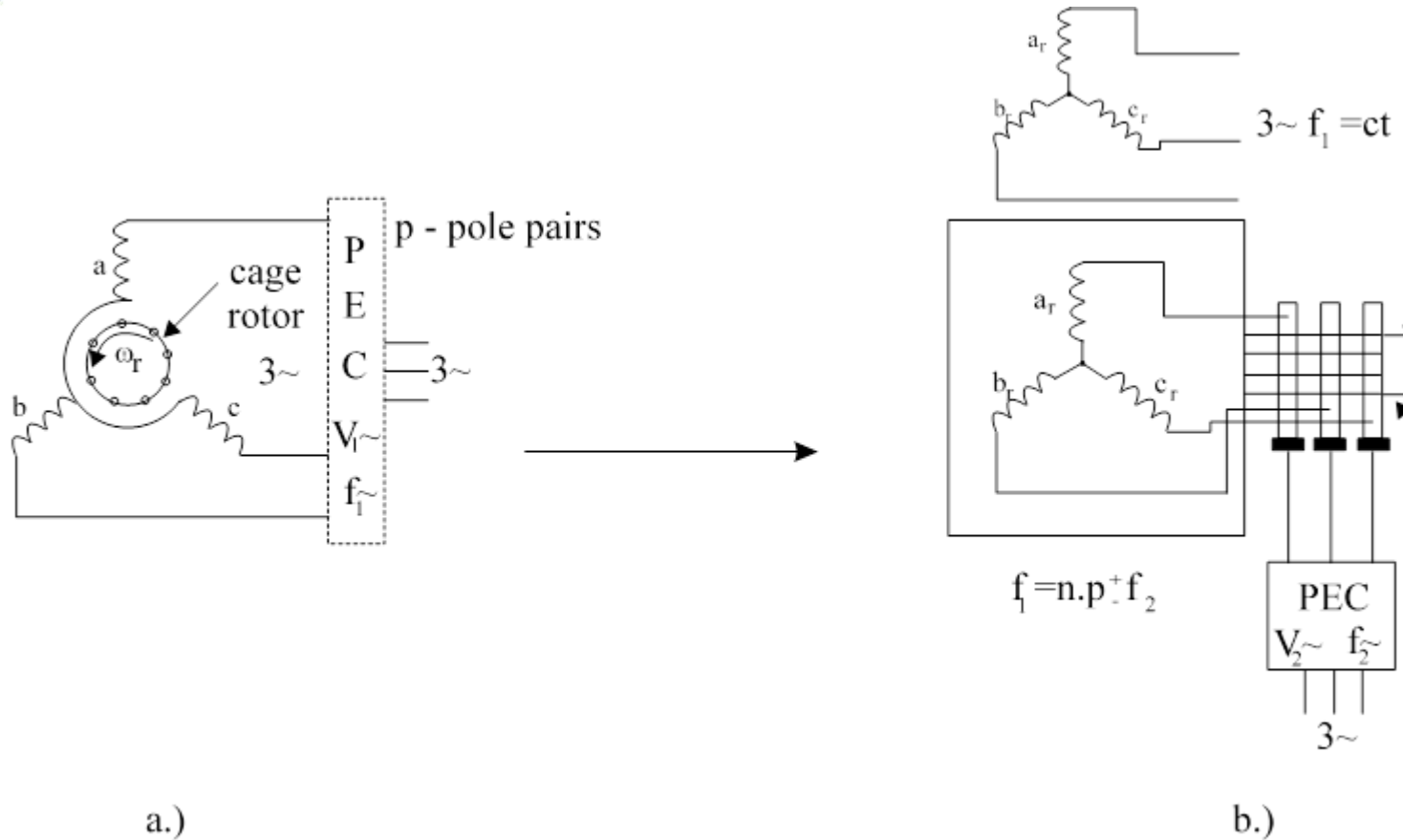


Figure 2.3. Three phase induction motor;  
a) with a cage rotor and PEC in the stator,  
b) with slip - rings wound rotor and PEC on the rotor

## موتورهای AC سنکرون

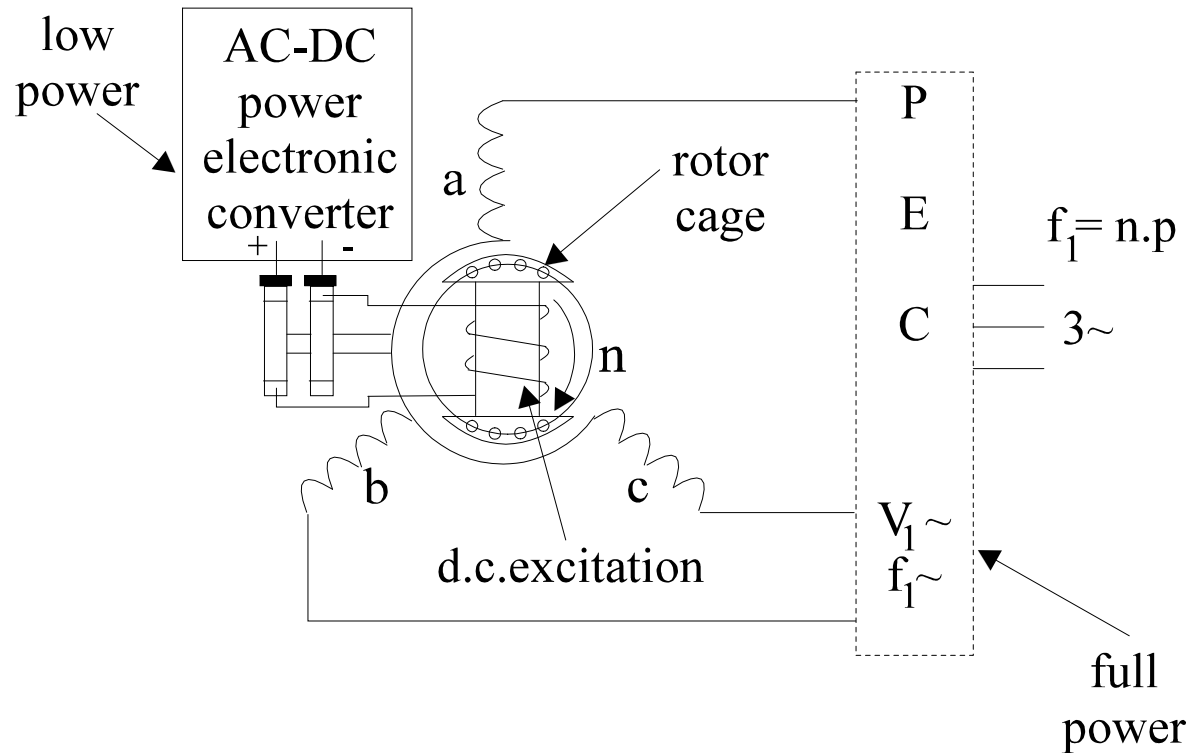


Figure 2.4. Conventional salient pole rotor synchronous motor fed through a full power PEC in the stator

در این محرکه ها از یک مبدل در استاتور و یک مبدل توان پایین (۱ تا ۵٪ توان نامی) برای تغذیه روتور استفاده می شود.





## در توانهای بالاتر از ۲MW استفاده از موتور سنکرون رایجتر از القایی است. چرا؟

❖ دلیل این موضوع در کنترل ساده تر توان راکتیو از طریق تحریک در موتور سنکرون و تجهیزات کمتر برای مبدل می باشد.

❖ بنابراین در یک سرعت و توان مشخص مبدل ماشین سنکرون پیچیدگی کمتری داشته و همچنین هزینه کلی مربوط به محرکه آن ارزانتر از هزینه محرکه القایی می باشد.

❖ البته بازدهی موتورهای سنکرون در توان بالاتر از ۲MW بالاتر از موتورهای القایی روتور قفسی هم توان می باشد.

## موتورهای AC رلوکتانسی

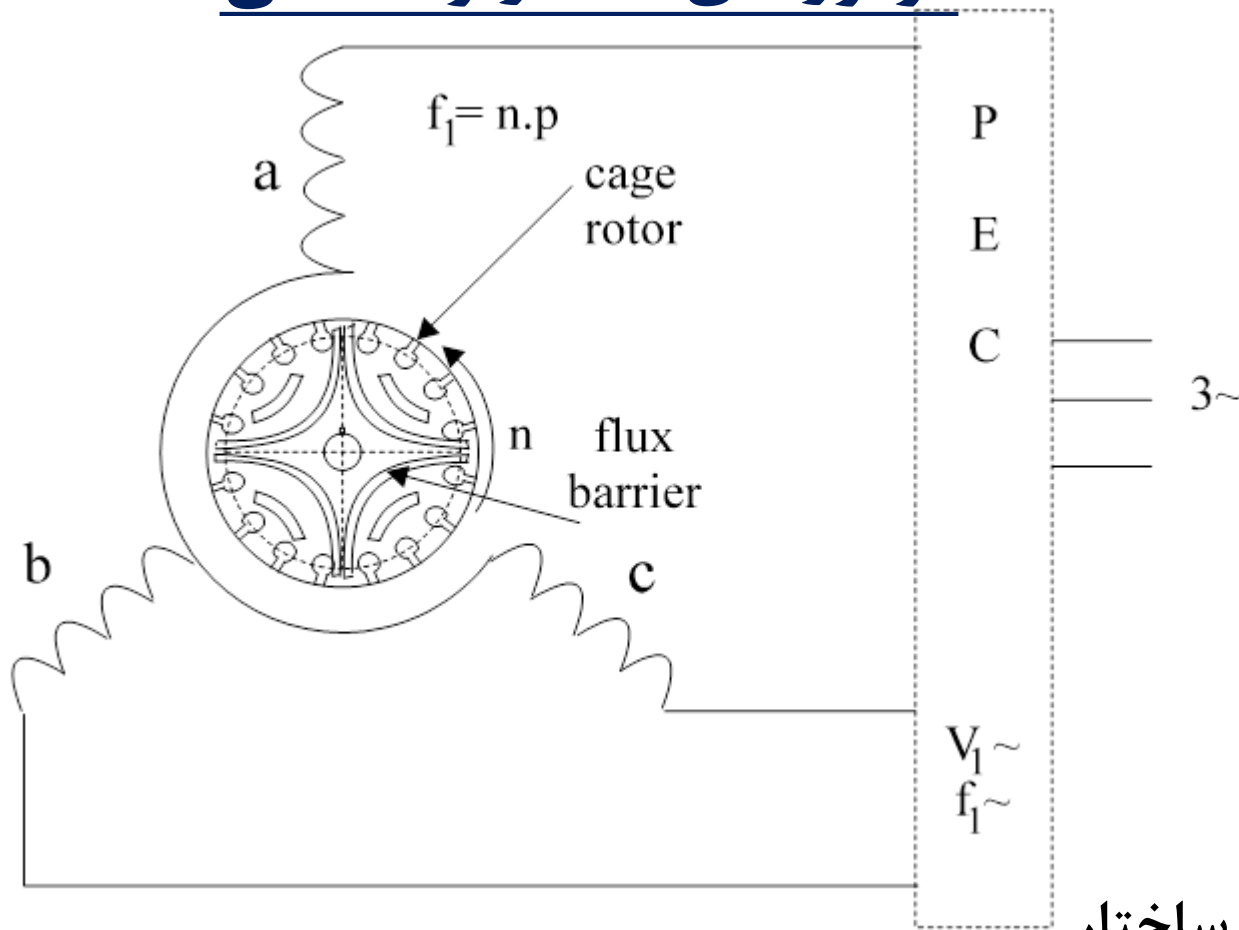


Figure 2.5. Conventional reluctance synchronous motor fed through a full power PEC in the stator

- معرفی ساختار  
- مشکلات: ضریب توان پایین، چگالی گشتاور نه چندان زیاد، نیاز به تغذیه با مبدل قویتر (۱۵ تا ۲۰٪ بالای توان نامی)

## موتورهای وابسته به مبدل الکترونیک قدرت

- ❖ کارکرد این موتورها بدون مبدل امکان پذیر نیست.
- ❖ در حالت کلی، این موتورها جهت کاهش نوسان گشتاور و داشتن قابلیت خود راه اندازی از هر موقعیت اولیه، ساختار چندفاز دارند.
- ❖ کنترل این موتورها معمولاً بستگی به موقعیت دارد.
- ❖ معمولاً دارای ساختار مغناطیسی با برجستگی رلوکتانسی و یا آهن ربای دائم می باشند.

## موتورهای سنکرون آهنربای دائم

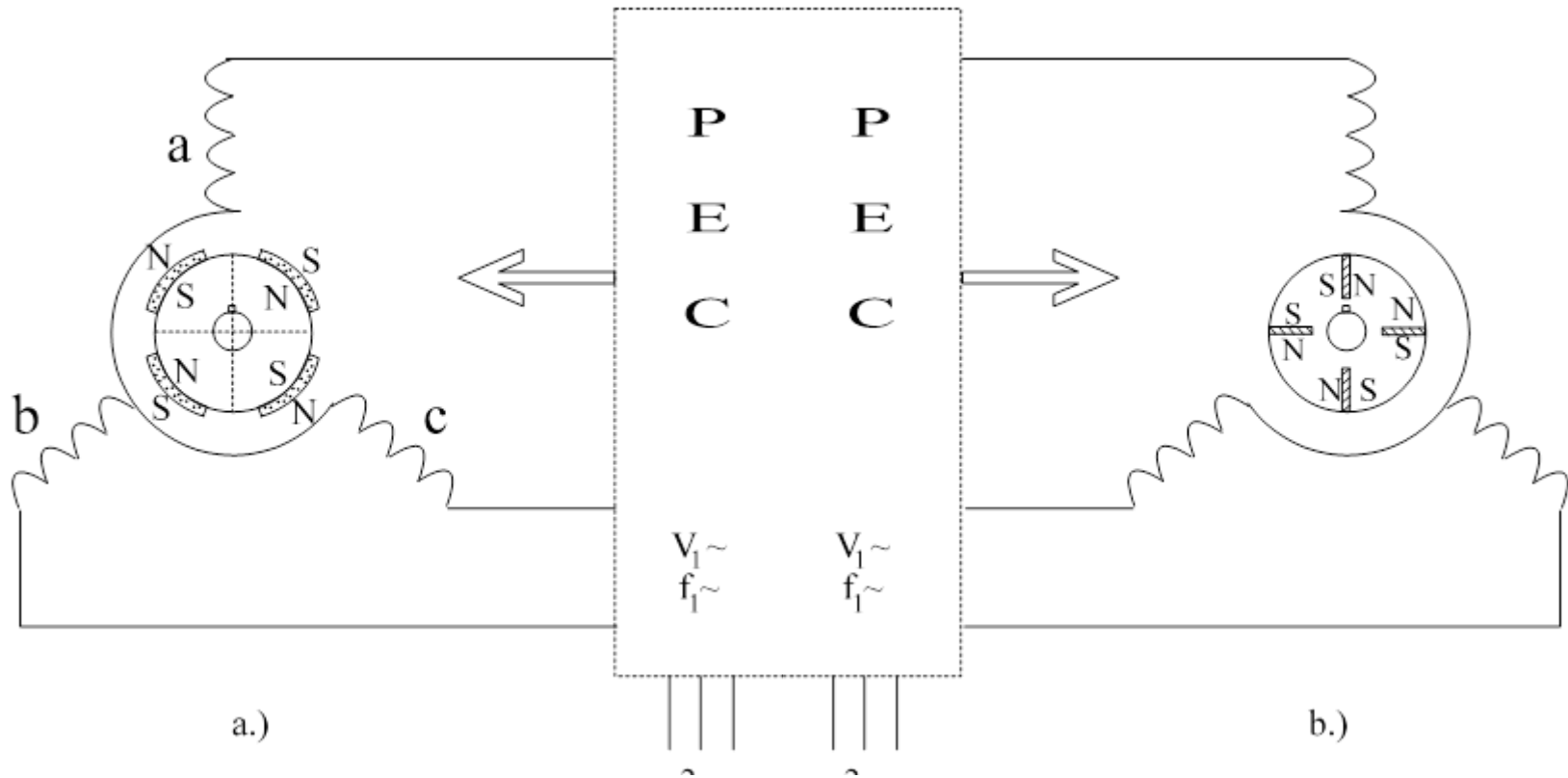


Figure 2.6. PM synchronous motor (PM - SM)

- a) pole magnet rotors,
- b) inter-pole magnet rotors



## موتورهای سنکرون PM و BLDC

❖ در صورتی که کنترل جریان به صورت شکل موج مستطیلی تک جهت انجام شود، سیم بندی های استاتور می تواند به صورت متمرکز باشد.

❖ البته در کنترل این موتورها نیاز به حسگرهای موقعیت روتور خواهد بود.

## موتورهای سویچ رلوکتانسی

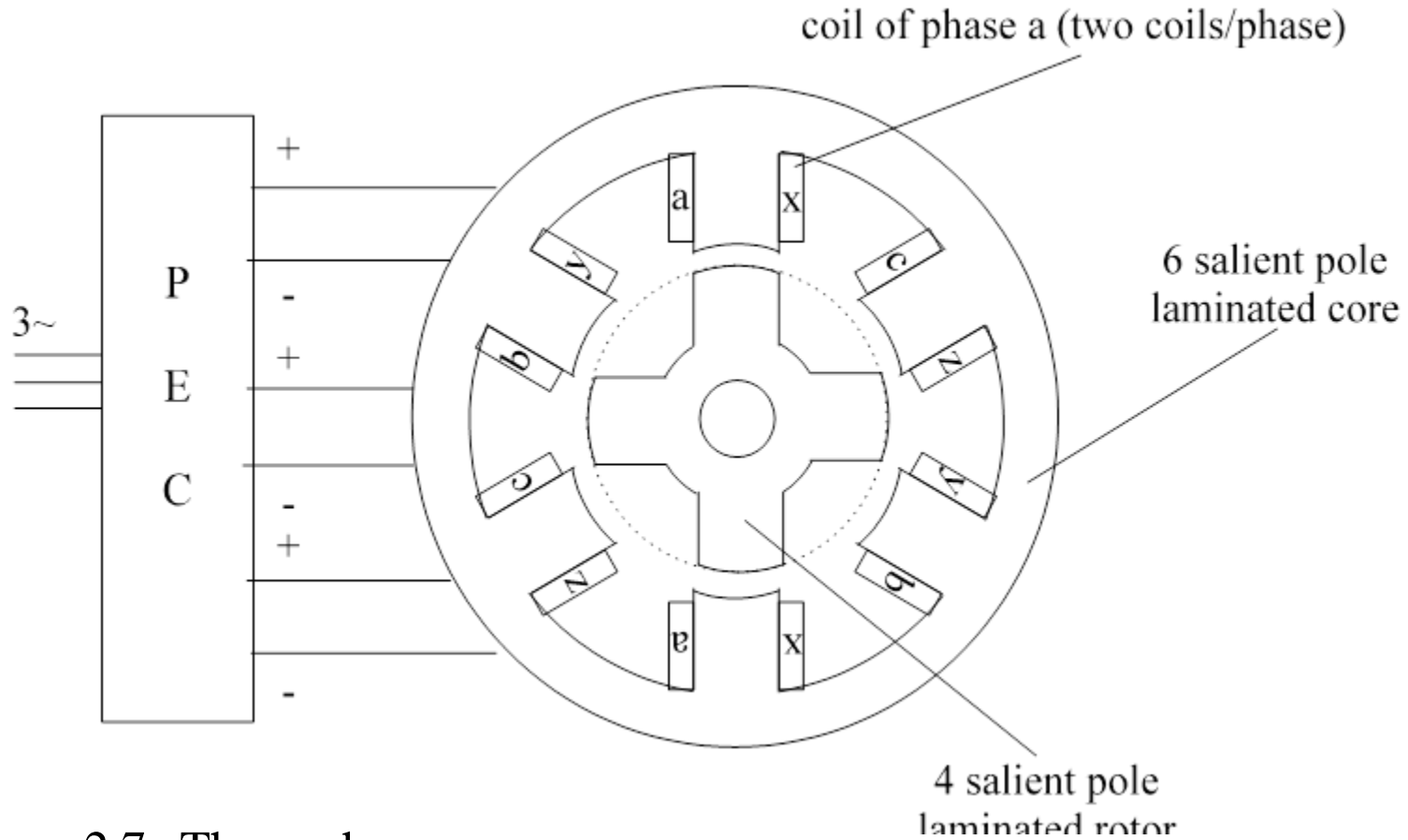


Figure 2.7. Three phase switched reluctance 6/4 motor (SRM) - PEC dependent

موتورهای سویچ رلوکتانسی نام تجاری موتورهای پله ای قدرت با کنترل پیوسته موقعیت می باشند.

## خلاصه مطالب

Table 2.1. Electric motors for drives

Motor type	Singly salient	Non salient	Doubly salient	Unipolar current	Bipolar current	Conventional (caged rotor)	Converter dependent (cageless rotor)
DC brush	X			X			X
Induction		X			X	X	
Excited synchronous	X	X			X	X	X
Reluctance Synchronous	X				X	X	X
PM synchronous	X	X			X		X
Switched reluctance			X	X			X
Stepper motor			X	X	X		X