

Motor de indução monofásico

REVISÃO

Motor de indução monofásico

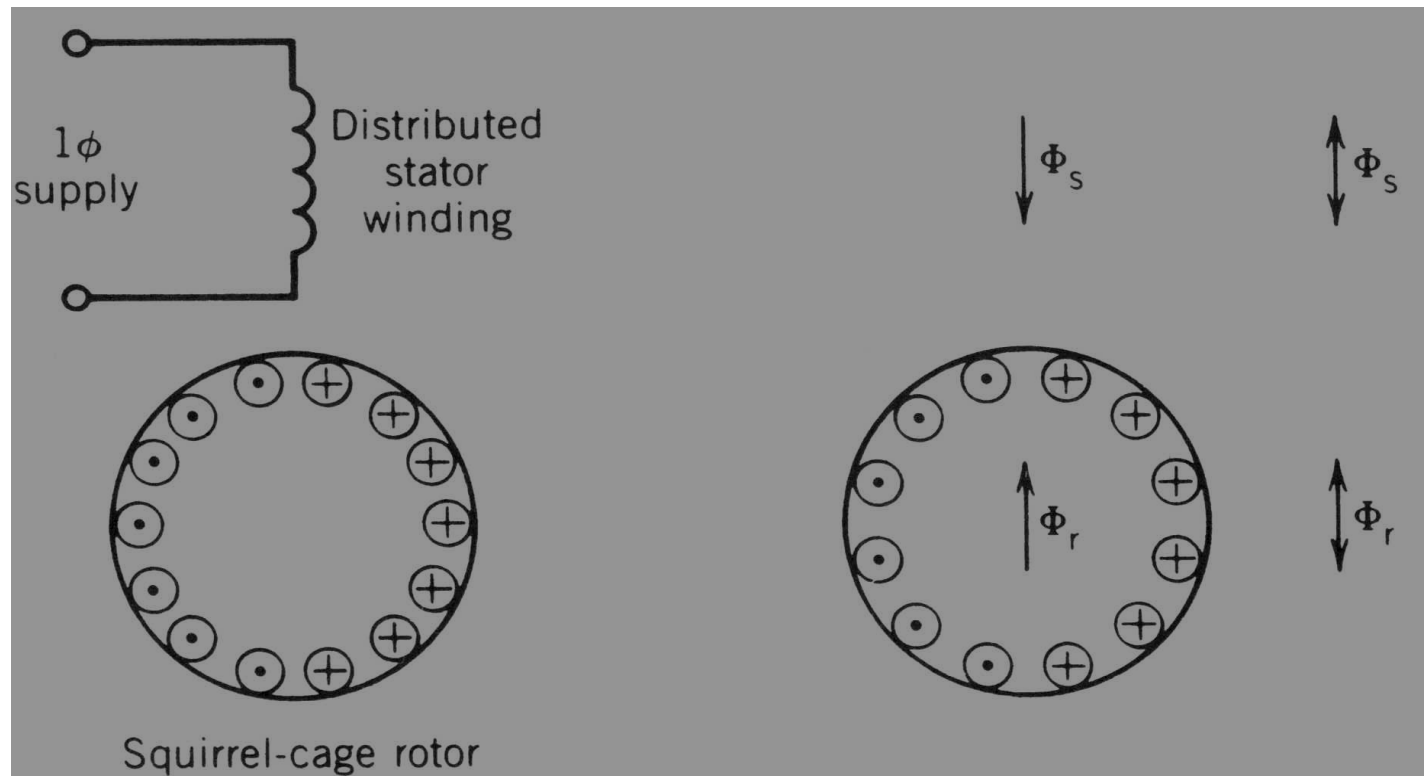


Motor de indução monofásico

- Pequenos motores usados em geladeiras, lavadoras de roupa, ventiladores, condicionadores de ar, etc., são monofásicos;
- Em geral a potência desses pequenos motores é fracionária, ou seja, menor do que 1 hp (1/2hp, 1/3 hp, 1/20hp, 1/30hp);
- Os motores monofásicos mais comuns são do tipo:
 - Motor de indução monofásico – mais utilizado
 - Motor síncrono monofásico – p/ aplicações com velocidade cte.
 - Motor universal (motor série CA ou CC) – aplicações que demandem alto torque de partida ou alta velocidade (bastante usado em pequenos eletrodomésticos: liquidificador, batedeira, processadores (mixers), etc.)

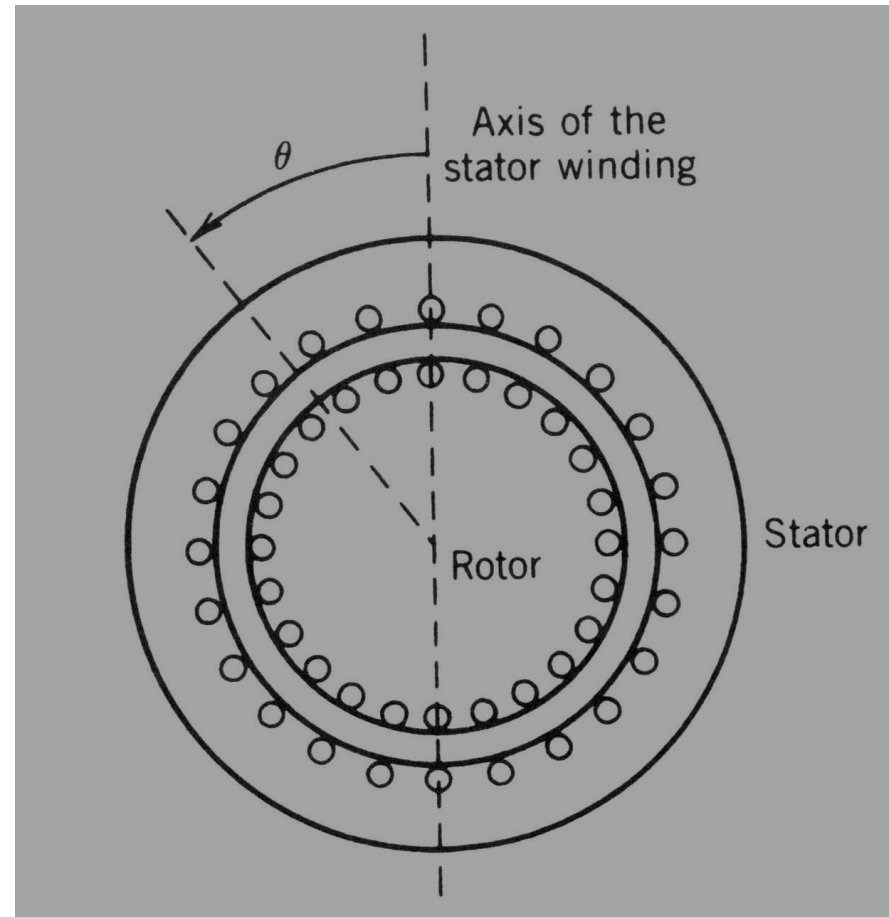
Motor de indução monofásico – Rotor parado

- Pela Lei de Lenz, o fluxo produzido no rotor pela gaiola, se opõe ao fluxo produzido pelo enrolamento distribuído do estator;
- Não havendo defasagem angular entre os dois campos pulsantes não há produção de torque (não há torque de partida);



Motor de indução monofásico – Rotor girando

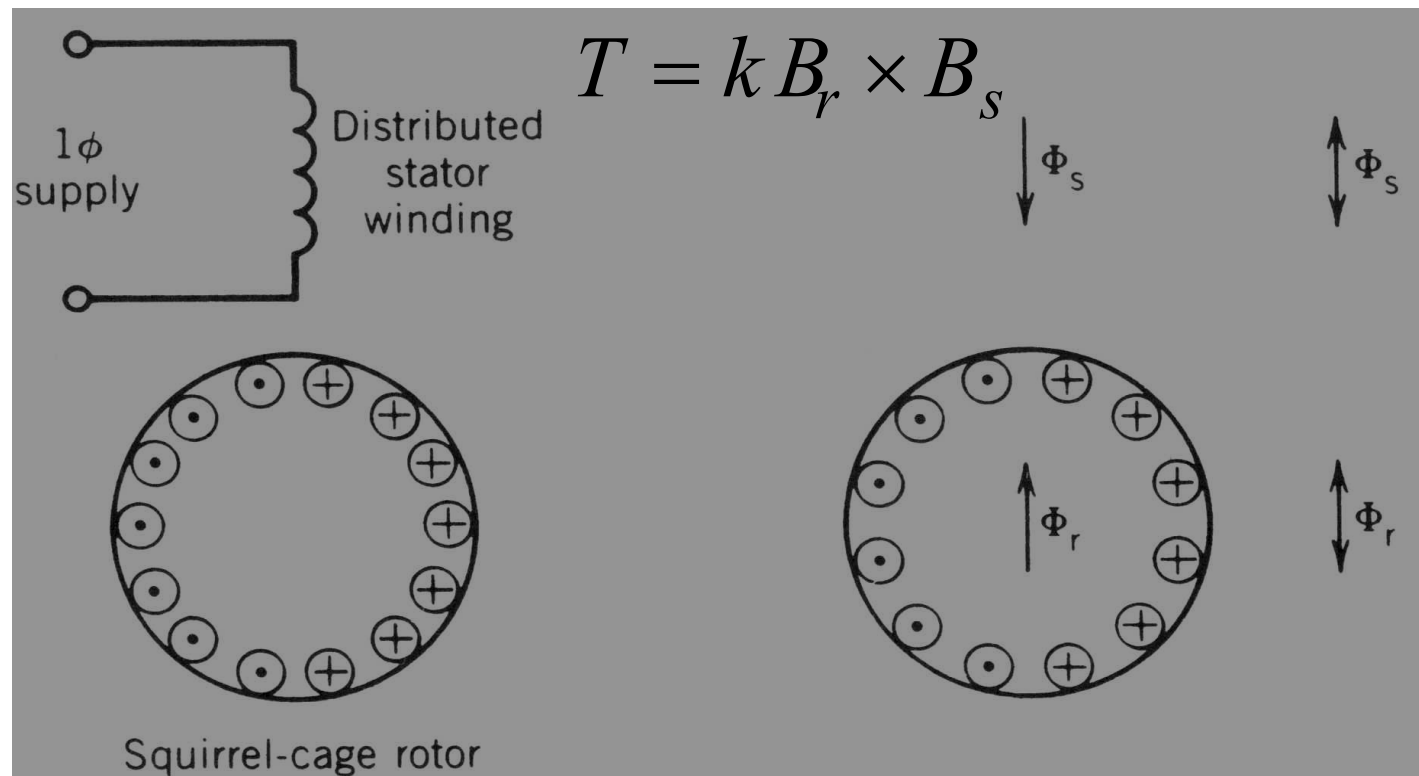
- Se o motor estiver girando, através da aplicação de um torque externo ou de circuitos auxiliares, o motor de indução monofásico produz torque, pois cria-se uma defasagem entre os dois fluxos pulsantes visto que o campo do rotor estará atrasado em relação ao campo do estator no tempo devido à tensão induzida de velocidade;



$$T = kB_r \times B_s$$

Motor de indução monofásico – Partida

- Motores de indução monofásicos não possuem torque de partida, devido ao alinhamento no espaço e no tempo entre o campo produzido pelo enrolamento do estator e o campo produzido pelas correntes induzidas no enrolamento do rotor;
- Não havendo defasagem angular entre os dois fluxos pulsantes não há produção de torque;

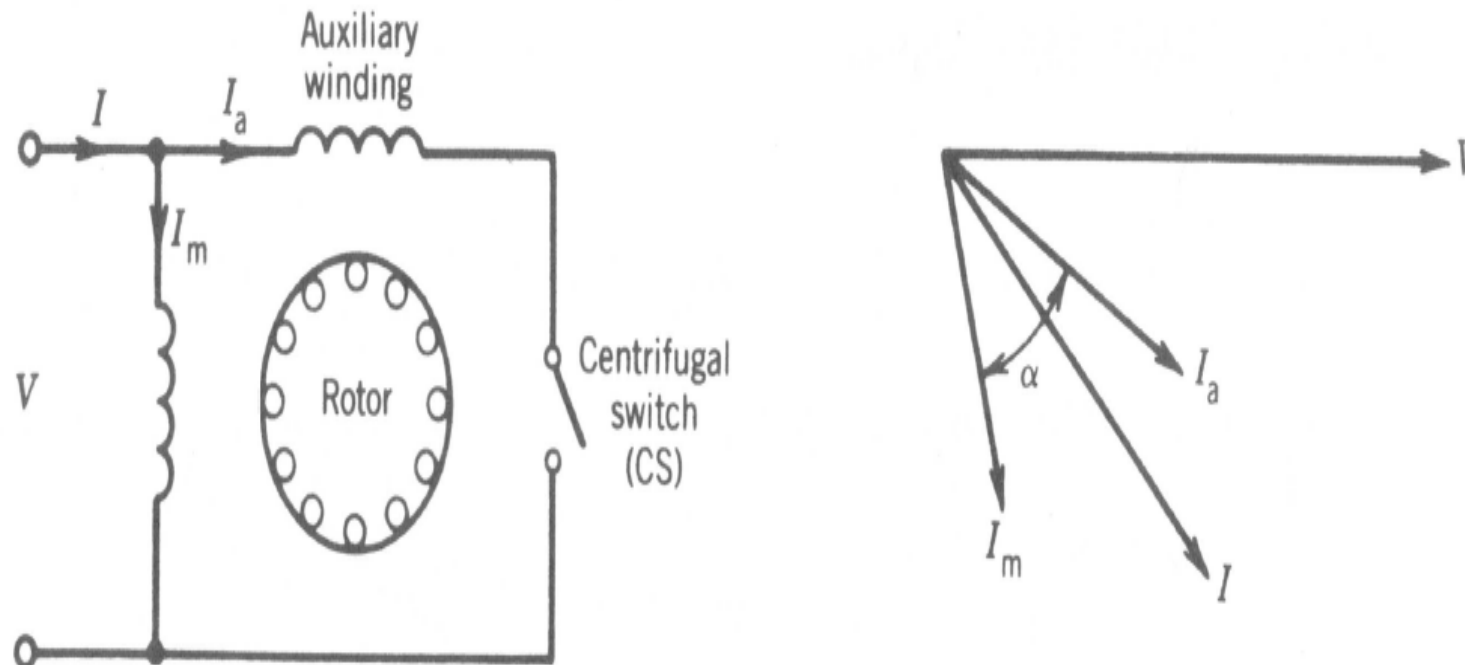


Motor de indução monofásico – Partida

- Um estator com dois enrolamentos idênticos defasados de 90 graus produz um campo girante com magnitude constante;
- Isto é, na presença de dois campos defasados no tempo e no espaço produzidos por enrolamentos no estator, tem-se um campo girante.
- Portanto, as principais formas empregadas para partir um motor de indução são baseadas no uso de enrolamentos auxiliares que criam dois campos defasados.

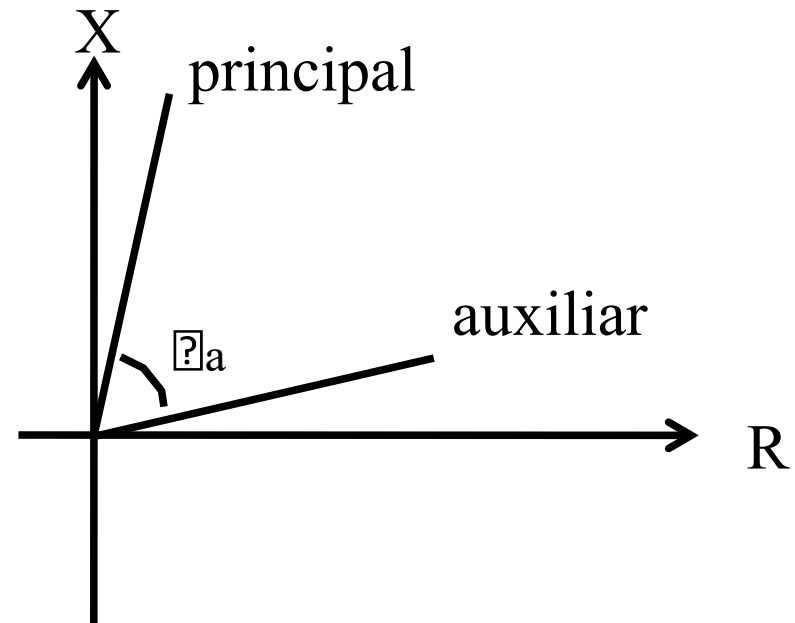
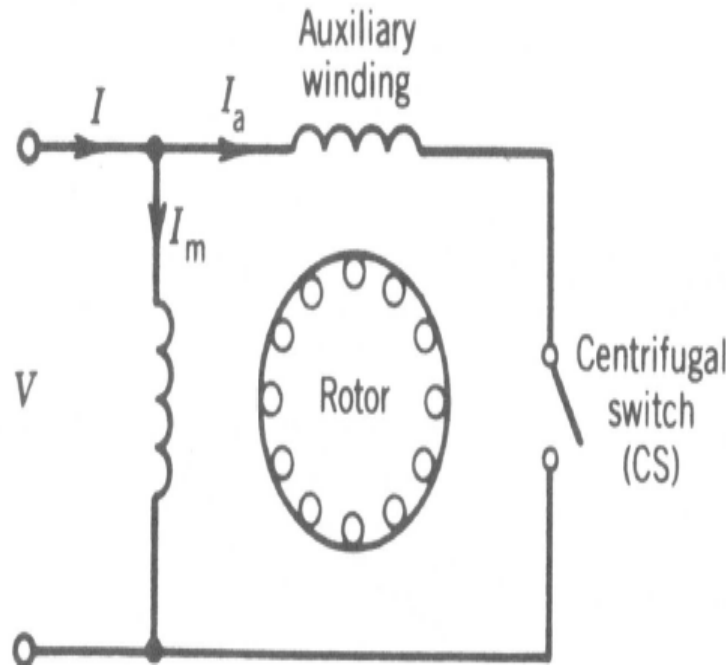
Motor de indução monofásico – Partida à resistência

- Um enrolamento auxiliar é usado para proporcionar uma defasagem inicial entre os campos principal e auxiliar de forma a criar um campo girante;
- O enrolamento auxiliar tem alta taxa R/X (resistência elevada: fio fino e baixa reatância: poucas espiras) de forma a aumentar a defasagem;
- O enrolamento principal tem baixa taxa R/X de forma a garantir melhor rendimento em regime permanente e magnetização suficiente para a máquina (baixo R e X elevada/muitas espiras);



Motor de indução monofásico – Partida à resistência

- A defasagem vai ser sempre menor que 90 graus (tipicamente em torno de 25°), fornecendo torque de **partida moderado**, para baixa corrente de partida;
- Uma chave centrífuga desliga o enrolamento auxiliar a 75% da velocidade nominal;
- Para inverter o sentido de rotação é necessário inverter a ligação do enrolamento auxiliar com a máquina parada (não reversível), visto que o torque produzido pelo enrolamento auxiliar (operação bifásica) é menor que o torque produzido pelo enrolamento principal (operação monofásica);

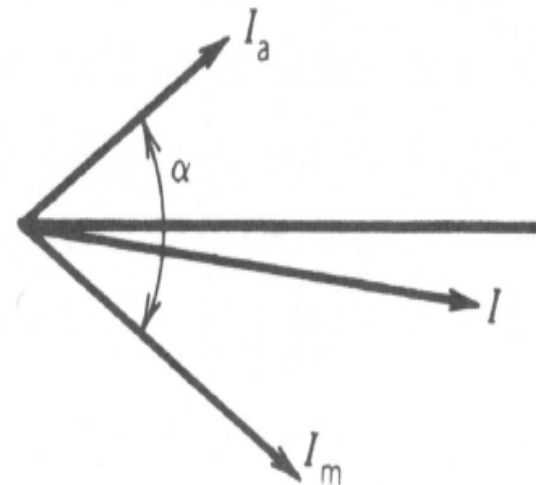
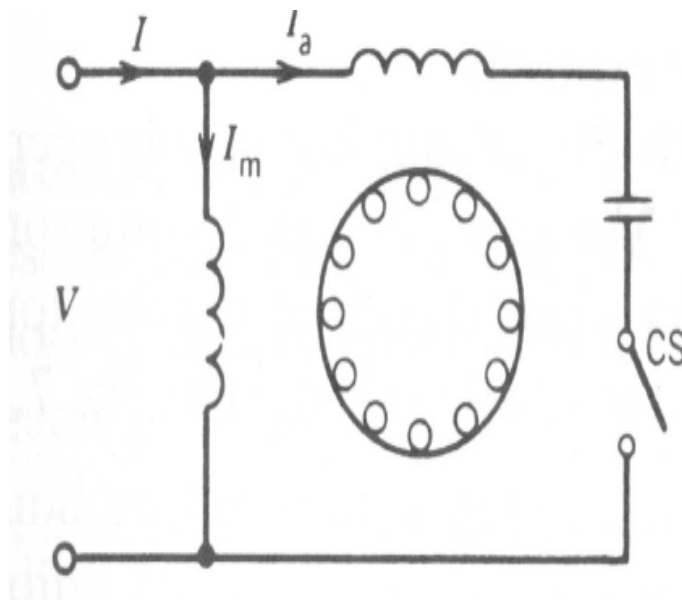


Motor de indução monofásico – Partida à resistência

- Bifásica desequilibrada até a abertura da chave centrífuga (correntes diferentes nos dois enrolamentos);
- Monofásica a partir do desligamento do enrolamento auxiliar;
- Usada em potências entre 50 e 500W em ventiladores, bombas e compressores;
- São de baixo custo;
- A falha da chave centrífuga pode queimar os enrolamentos;

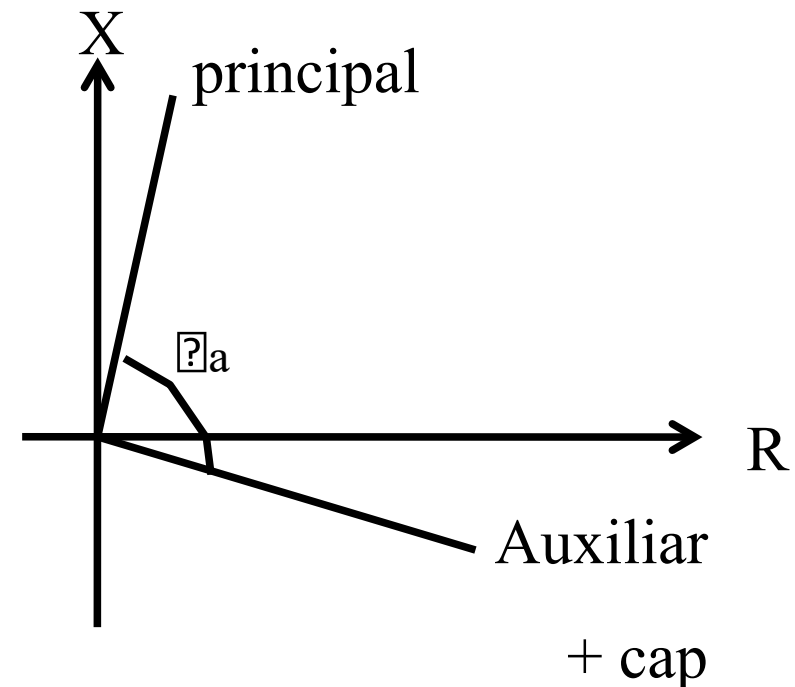
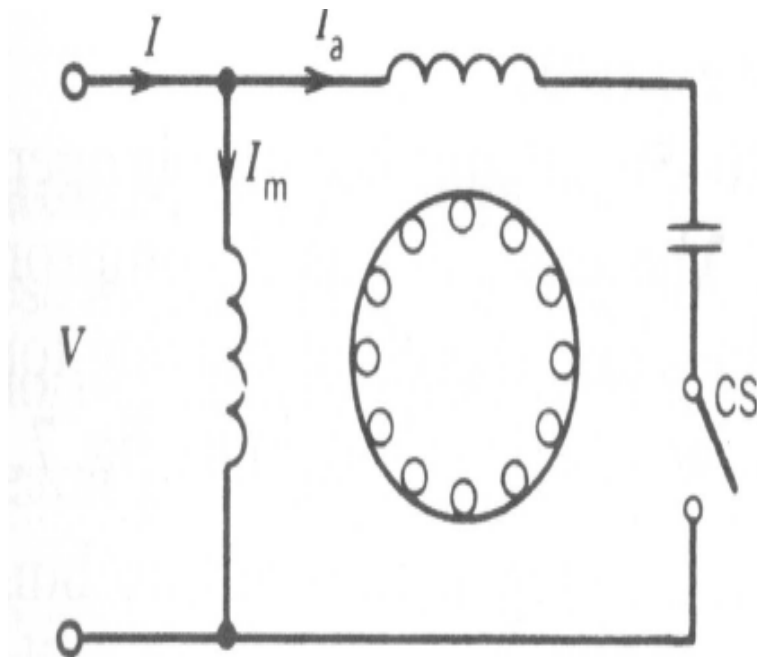
Motor de indução monofásico – Partida à capacitor

- Usa-se um capacitor em série com o enrolamento auxiliar, para aumentar a defasagem inicial entre os campos do enrolamento principal e auxiliar;
- Resulta em maior torque de partida;
- Através do capacitor é possível aproximar a defasagem de 90 graus (tipicamente em torno de 82°);
- Produz torque de partida 2,35 maior que o motor com partida à resistência ($\text{sen}82^\circ/\text{sen}25^\circ$)



Motor de indução monofásico – Partida à capacitor

- Tende a reduzir a corrente de partida, pois melhora o fator de potência;
- Capacitor eletrolítico do tipo seco p/ operação intermitente (1min/1h);
- É reversível (mudança do sentido de rotação com a máquina em movimento), pois a alta defasagem (82 graus) faz com que o torque em operação bifásica seja maior do que o torque monofásico;



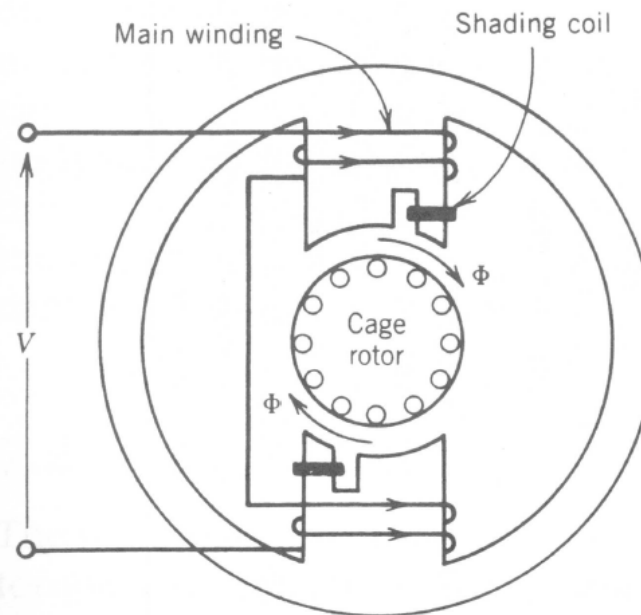
Motor de indução monofásico – Partida à capacitor

- Usada em potências até 7,5 hp, para cargas de difícil partida (alto torque de partida), ou onde seja necessária a inversão do motor;
- São usados para acionar bombas, compressores, unidades refrigeradoras, condicionadores de ar, e máquinas de lavar de maior porte;



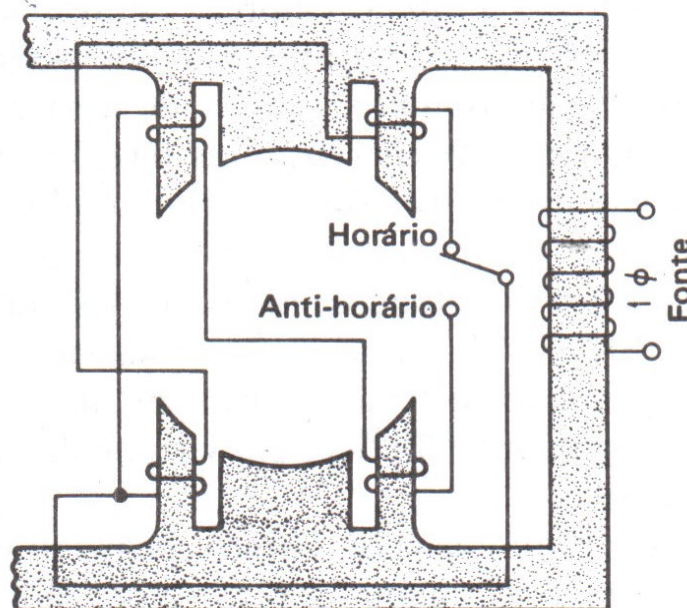
Motor de indução monofásico de polo ranhurado

- Para motores pequenos, até 1/10 hp;
- A maior vantagem é a simplicidade: enrolamento monofásico, rotor em gaiola e peças polares especiais;
- Não utiliza chaves centrífugas, capacitores ou enrolamentos auxiliares;
- Apresenta torque de partida apenas com um enrolamento monofásico;
- A corrente induzida no anel de cobre do polo ranhurado, produz um fluxo atrasado, em relação ao fluxo do estator, fornecendo a defasagem necessário



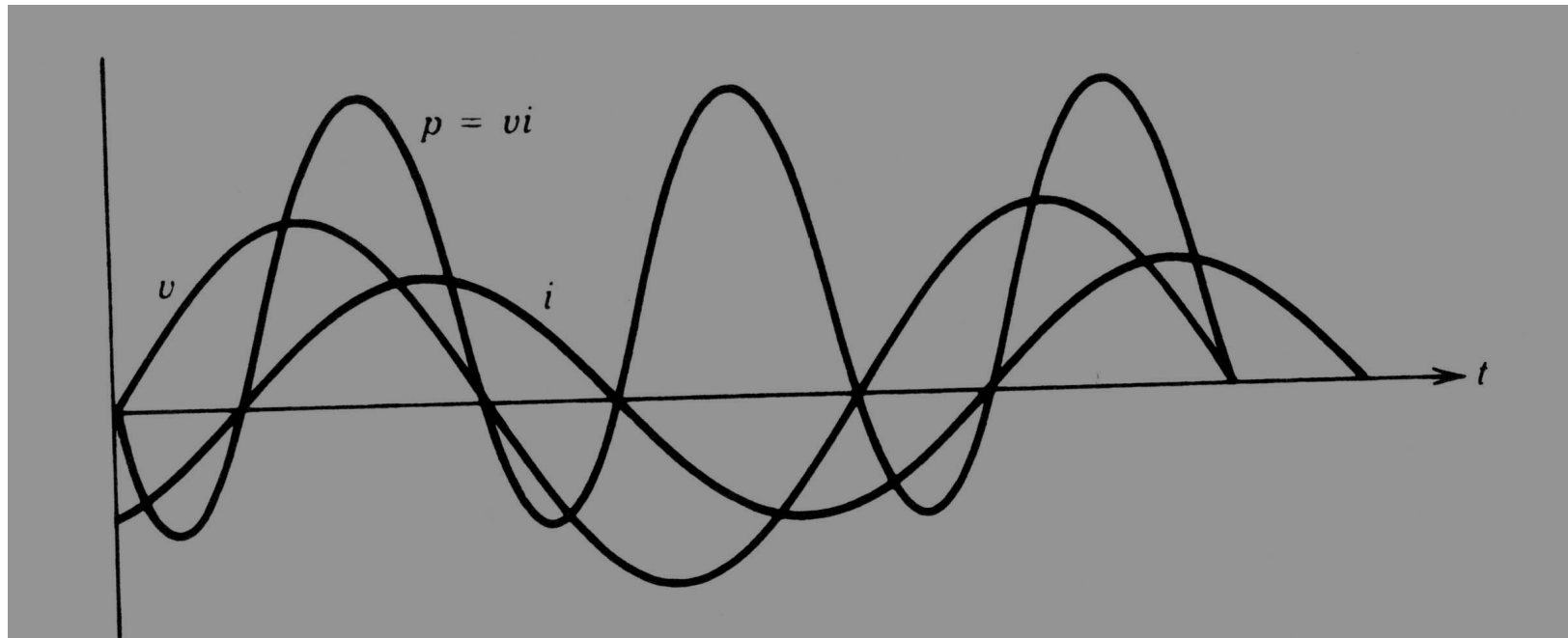
Motor de indução monofásico de polo ranhurado

- Máquina barata;
- O torque de partida é limitado;
- Não reversível, seria necessário desmontar o motor e inverter a posição do polo ranhurado;
- Pode-se projetar um motor com dupla ranhura, uma para cada sentido de rotação da máquina;



Potência instantânea do motor de indução monofásico

- A potência instantânea em uma MI monofásica é pulsante com o dobro da frequência da rede (o valor médio é positivo);
- Em parte de cada ciclo ocorre a reversão de fluxo, devido a interação dos campos direto e reverso;
- Como consequência, o nível de vibração e ruído de MI monofásicas é elevado, demandando algum sistema de amortecimento/absorção das vibrações mecânicas;



Motor de indução monofásico – Aplicações típicas

TABLE 7.1 Single-Phase Induction Motors: Characteristics and Applications

Type of Motor	Torque as % of Rated Torque		Rated Load		Horsepower Range	Approx. Comparative Price (%)	Applications
	Starting	Breakdown	Power Factor	Efficiency			
Split-phase (resistance-start)	100–250	Up to 300	50–65	55–65	1/20–1	100	Fans, blowers, centrifugal pumps, washing machines, etc. Loads requiring low or medium starting torque
Capacitor-start	250–400	Up to 350	50–65	55–65	1/8–1	125	Compressors, pumps, conveyors, refrigerators, air-conditioning equipment, washing machines, and other hard-to-start loads
Capacitor-run	100–200	Up to 250	75–90	60–70	1/8–1	140	Fans, blowers, centrifugal pumps, etc. Low noise applications
Capacitor-start, capacitor-run	200–300	Up to 250	75–90	60–70	1/8–1	180	Compressors, pumps, conveyors, refrigerators etc. Low noise and high starting torque applications
Shaded-pole	40–60	140	25–40	25–40	1/200–1/20	60	Fans, hair driers, toys, etc. Loads requiring low starting torque