**SEL330 – LABORATÓRIO DE CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA**

**PRÁTICA #10 – MÁQUINA ASSÍNCRONA – PARTE 2: ACIONAMENTO E CARACTERÍSTICA TORQUE X VELOCIDADE**

**Professores:** Eduardo Nobuhiro Asada, Elmer Pablo Tito Cari, José Carlos de Melo Vieira Junior, Luís Fernando Costa Alberto.

**OBJETIVOS**

1. Verificar os impactos de diferentes formas de acionamento de motores de indução trifásicos.
2. Levantar experimentalmente a parte linear da curva Torque × Velocidade.
3. Verificar experimentalmente a influência da resistência do rotor nas características de partida e de regulação de velocidade.
4. **Levantamento da Curva Torque × Velocidade (τ×ω)**

Neste experimento, serão estudadas as características Torque-Velocidade do motor de indução trifásico (MIT). No motor de indução de rotor bobinado tem-se acesso aos terminais do rotor e, portanto, pode-se variar a resistência do rotor (r2). A variação de r2 é realizada através da resistência adicional (Radicional) do reostato ligado ao rotor do MIT. Será observada a influência da resistência adicional na curva τ x ω. Apenas será observada a parte linear desta curva (parte final da curva) porque a carga mecânica ajustável (banco de resistência RL) só permite pequenas variações.

**Procedimento**:

1. Monte o esquema conforme a Figura 1. A máquina de corrente contínua será utilizada como gerador com uma carga variável dada pela resistência RL que simulará a carga mecânica.

|  |
| --- |
| teste1 |
| Figura 1: Esquema para o levantamento da parte linear da curva (τ x ω). |

1. Ajuste o valor do reostato para Radicional = 0.
2. Acione o M.I. e monitore as medidas (V1, I1, W1,W2, τ, ω) e da carga (V2, I2) para três valores diferentes da carga variável (incluindo uma em vazio) e preencha a Tabela 1.
3. Refaça o teste ajustando o reostato para Radicional = Rtotal/2; Radicional = Rtotal e complete a Tabela 1.

Tabela 1: Levantamento da curva τ x ω.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Resistência  adicional | Carga mecânica ajustável | | Motor de Indução | | | | | |
| V2 | A2 | V1 | A1 | W1 | W2 | ω | τ |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| RTotal / 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| RTotal |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Observação**

A potência trifásica total é a soma das leituras dos wattímetros, entretanto, precisamos nos certificar de que os wattímetros estão conectados com a polaridade correta. Dependendo do fator de potência da instalação, poderemos ter leituras negativas. Como o wattímetro não possui zero central, precisaremos inverter os terminais da bobina de tensão quando a leitura for negativa e subtrair a leitura da outro wattímetro.

Testando a polaridade:

Abra momentaneamente a fase que alimenta o motor e que passa pelo wattímetro número 1. Se a leitura no wattímetro 2 for positiva, então a polaridade está correta. Abra momentaneamente a fase que alimenta o motor e que passa pelo wattímetro 2. Se a leitura no wattímetro 1 for positiva a polaridade está correta.

Com a polaridade correta, as leituras se somam. Se a leitura for negativa teremos que inverter a polaridade da bobina de tensão e subtrair a leitura deste do outro wattímetro.

**(II)** **ACIONAMENTO E** **CONTROLE DE VELOCIDADE DO MI**

A equação de Torque x Velocidade de um MIT é:



Sendo: VTH, XTH, RTH, os valores correspondentes ao circuito Thevenin equivalente do circuito do rotor, s é o escorregamento e x2, r2 são os parâmetros do rotor do MIT (McPherson & Laramore, pág 265). Desta equação, observa-se que o torque é proporcional ao quadrado da tensão aplicada. Assim, a velocidade do MIT pode ser controlada (em forma limitada) variando a tensão terminal. Inserindo resistências adicionais ao rotor do MIT também é possível controlar a velocidade. Entretanto a inserção destas resistências diminui fortemente a eficiência da máquina.

Outra alternativa para controlar a velocidade do MIT é através de um **Variador de Frequência** que permite o controle da velocidade desde 0 a duas vezes a velocidade nominal. Uma característica importante do uso do variador de frequência é a necessidade de manter constante a relação entre tensão terminal e frequência (V/f). Neste experimento vai-se verificar experimentalmente a influência do rendimento da máquina para diferentes formas de controle de velocidade.

**Procedimento**

1. Mantendo a mesma montagem realizada no item (I), alimente o motor de indução em tensão nominal (220V rms) com o reostato curto-circuitado (Radicional=0) e ajuste a carga para que a corrente do MI seja 80% da sua corrente nominal.
2. Varie a tensão terminal para que a velocidade seja aproximadamente igual a 1700 rpm e anote a corrente no motor, a tensão aplicada, a potência elétrica total e o torque. **Atenção: Não opere com correntes acima da corrente nominal do motor.**
3. Repita o procedimento, mas ao invés de reduzir a tensão terminal, aumente a resistência do reostato até atingir a velocidade de 1700 rpm.

**(III)** **EFEITO DA RESISTÊNCIA DO ROTOR NA CARACTERÍSTICA DE PARTIDA**

Neste teste vai-se analisar o efeito qualitativo da Radicional durante a partida do MIT. O fator de potência durante a partida do MIT é muito baixo, isto causa que a tensão nos terminais da máquina tenha uma queda considerada. A corrente absorvida pela máquina também alcança valores muito elevados (usualmente entre 5-7 vezes a corrente nominal). Uma maneira de minimizar estes efeitos é fazer a partida do M.IT com resistências adicionais no rotor.

Utilizando-se um amperímetro analógico, verifique a variação da corrente no estator da máquina de indução durante a partida direta, considerando os três valores de Radicional do item (I).

**QUESTÕES**

**Parte 1: Levantamento da Curva Torque-Velocidade (τ x ω)**

1. Calcule o torque do M.I. com as medidas dos wattímetros e trace a parte linear da curva (τ x ω) do M. I. para os diferentes valores de resistência adicional.
2. Calcule o torque do M.I. via dinamômetro e refaça os desenhos da questão 1. Compare a precisão dos resultados com os do item 1.
3. O que acontece com a inclinação das retas dos desenhos dos itens 1 e 2 ao aumentar a resistência adicional? Justifique sua resposta.
4. Avalie o fator de potência do MIT após a inclusão da resistência adicional.
5. Calcule o rendimento de cada componente (MIT, M.C.C.). O que acontece com o rendimento após a inclusão da resistência adicional?

**Parte 2: Acionamento e controle de velocidade do MIT**

1. Explique porque ao utilizar o Variador de Frequência deve-se manter constante a relação V/f.
2. Para cada esquema de acionamento do MIT, avalie o rendimento e o fator de potência, comparando e discutindo os resultados.

**Parte 3: Efeito da resistência adicional do rotor na característica de partida**

1. Explique como deveria ser acionado um motor de indução de rotor enrolado para dar partida com uma carga pesada.