1. **Wyjaśnić, czy i dlaczego zmniejszenie obciążenia silnika indukcyjnego powoduje zmianę (zwiększenie czy zmniejszenie) prędkości obrotowej (sinik pracuje przy ustalonej prędkości obrotowej i obciążeniu mechanicznym M1, następuje zmiana obciążenia i moment jest M2, mniejszy od M1), wyjaśnić przyczynę zmiany prędkości obrotowej i zjawisko wytworzenia momentu elektromagnetycznego w nowym pkt. pracy.**

Zmniejszenie momentu obciążenia silnika z wartości M1 do wartości M2 powoduje, że moment elektromagnetyczny wytwarzany przez silnik ma większą wartość od momentu oporowego. W związku z tym powstaje niezrównoważony moment wypadkowy działający zgodnie z kierunkiem wirowania silnika. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki dla ruchu obrotowego, pojawienie się niezrównoważonego momentu obrotowego powoduje zwiększenie prędkości obrotowej silnika.

Zwiększenie prędkości obrotowej silnika sprawia, że zmniejsza się jego poślizg. Wskutek tego, względna różnica między prędkością wirowania pola magnetycznego stojana oraz prędkością wirowania wirnika zmniejsza się. Z tego powodu zmniejsza się napięcie indukowane w uzwojeniach wirnika, co powoduje zmniejszenie prądów w tych uzwojeniach, osłabienie pola magnetycznego wytwarzanego przez wirnik i ostatecznie zmniejszenie momentu elektromagnetycznego silnika do wartości, przy której równoważy się on z momentem oporowym i prędkość silnika ustala się w nowym punkcie pracy.

1. **Wyjaśnić czy i dlaczego zwiększenie obciążenia silnika indukcyjnego powoduje zmianę (zwiększenie czy zmniejszenie) prędkości obrotowej (silnik pracuje przy ustalonej prędkości obrotowej i obciążeniu mechanicznym M1, następuje zmiana obciążenia i moment jest M2 większy od M1).**

Zwiększenie momentu obciążenia silnika z wartości M1 do wartości M2 powoduje, że moment elektromagnetyczny wytwarzany przez silnik ma mniejszą wartość od momentu oporowego. W związku z tym powstaje niezrównoważony moment wypadkowy działający przeciwnie do kierunku wirowania silnika. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki dla ruchu obrotowego, pojawienie się niezrównoważonego momentu obrotowego powoduje zmniejszenie prędkości obrotowej silnika.

Zmniejszenie prędkości obrotowej silnika sprawia, że zwiększa się jego poślizg. Wskutek tego, względna różnica między prędkością wirowania pola magnetycznego stojana oraz prędkością wirowania wirnika zwiększa się. Z tego powodu zwiększa się napięcie indukowane w uzwojeniach wirnika, co powoduje zwiększenie prądów w tych uzwojeniach, wzmocnienie pola magnetycznego wytwarzanego przez wirnik i ostatecznie zwiększenie momentu elektromagnetycznego silnika do wartości, przy której równoważy się on z momentem oporowym i prędkość silnika ustala się w nowym punkcie pracy.

1. **Wyjaśnić, dlaczego zmiana obciążenia, np. zwiększenie momentu mechanicznego na wale powoduje zmianę momentu elektromagnetycznego w silniku synchronicznym – w jaki sposób może zmienić się moment elektromagnetyczny.**

W silniku synchronicznym prędkość obrotowa jest stała, więc zmiana momentu obciążenia wymaga tego, by moment elektromagnetyczny wytwarzany przez silnik ją równoważył (równowaga momentów).

Po zwiększeniu obciążenia zwiększa się opóźnienie wektora pola magnetycznego wirnika względem pola magnetycznego stojana, wobec czego zwiększa się kąt pomiędzy tymi wektorami. Moment wytwarzany przez silnik synchroniczny jest iloczynem wektorowym tych dwóch pól magnetycznych, w związku z czym zwiększenie kąta między nimi powoduje zwiększenie wartości momentu elektromagnetycznego wytwarzanego przez silnik.

1. **Wymienić sposoby rozruchu silników synchronicznych oraz wyjaśnić rozruch asynchroniczny.**

Metody rozruchu silników synchronicznych: metoda częstotliwościowa (regulacja częstotliwości napięcia zasilającego), metoda z wykorzystaniem zewnętrznego układu napędowego, wykorzystanie dodatkowego uzwojenia klatkowego (rozruch asynchroniczny).

Rozruch asynchroniczny polega na zastosowaniu na wirniku silnika dodatkowego uzwojenia klatkowego, podobnego do tego w silniku asynchronicznym. W początkowej fazie tego rozruchu obwód wzbudzenia jest otwarty i nie płynie w nim prąd, a uzwojenie klatkowe jest zwarte. Załącza się zasilanie stojana i powstaje wirujące pole magnetyczne, powodujące indukowanie w uzwojeniu klatkowym napięć. Zaczynają w nim płynąć prądy i wytwarzają pole magnetyczne wirnika, które oddziałuje z polem magnetycznym stojana. Powstaje moment asynchroniczny i silnik osiąga prędkość podsynchroniczną w taki sam sposób, jak silnik indukcyjny.

Po osiągnięciu przez silnik prędkości synchronicznej zamyka się obwód wzbudzenia, w którym zaczyna płynąć prąd i silnik zostaje wprowadzony w synchronizm (wirowanie z prędkością synchroniczną).

1. **Wyjaśnić i uzasadnić, czy transformatory pracujące równolegle mogą mieć połączenia Yd5 oraz Dy5 (inne warunki pracy równoległej są spełnione).**

Transformatory pracujące równolegle mogą mieć grupy połączeń Yd5 oraz Dy5 (zakładając tą samą przekładnię), ponieważ zgodność grup połączeń wynika tylko z przesunięcia godzinowego faz napięć, a w tym przypadku jest ono takie samo dla obydwu transformatorów.

1. **Wyjaśnić zjawisko rozbiegania się silników bocznikowych prądu stałego (awaryjny zanik prądu wzbudzenia, prędkość obrotowa, prąd twornika)**
   1. **Pracującego na biegu jałowym (bez obciążenia mechanicznego)**
   2. **Pracującego przy obciążeniu znamionowym**

Awaryjny zanik prądu wzbudzenia w silniku bocznikowym można potraktować jak nieskończoną rezystancję obwodu wzbudzenia. Oznacza to, że w obwodzie tym prąd nie płynie i strumień wzbudzenia ma niewielką wartość – jest to strumień remanentu. Moment elektromagnetyczny w silniku bocznikowym powstaje wskutek oddziaływania pola magnetycznego wzbudzenia oraz prądu płynącego przez twornik. Zanik prądu wzbudzenia powoduje, że spadek napięcia na tworniku jest niewielki, co skutkuje przepływem większego prądu przez rezystancję uzwojenia twornika.

Jeśli silnik pracuje na biegu jałowym, to jego obciążeniem jest jedynie niewielki moment bezwładności wirnika. W tych warunkach duży prąd płynący przez twornik powoduje powstanie bardzo dużego niezrównoważonego momentu obrotowego, który teoretycznie rozpędza silnik do prędkości przy której moment oporowy i moment elektromagnetyczny silnika się równoważą – w praktyce jest to stan nieosiągalny, ponieważ konstrukcja mechaniczna silnika nie jest w stanie wytrzymać tak dużej prędkości.

Jeśli silnik pracuje przy obciążeniu znamionowym, będzie on dążył do wytworzenia momentu obrotowego równoważącego moment obciążenia. Przy niewielkim strumieniu wzbudzenia wymaga to bardzo dużej wartości prądu – w praktyce stan ten jest stanem zwarcia, który może doprowadzić do uszkodzenia termicznego uzwojeń silnika.

1. **Uzasadnić cel zastosowania tych urządzeń i różnicę w rozruchu silników asynchronicznych za pomocą dławika oraz autotransformatora.**

Rozruch silnika asynchronicznego z wykorzystaniem dławika polega na włączeniu w obwód zasilający silnik dławika rozruchowego, którego zadaniem jest ograniczenie momentu rozruchowego silnika. W odróżnieniu od tego, wykorzystanie autotransformatora pozwala zarówno na ograniczenie momentu rozruchowego, jak i prądu rozruchowego silnika. Rozruch z wykorzystaniem autotransformatora w przeciwieństwie do zastosowania dławika można wykonywać sposób płynny, ale zajmuje to nieco więcej czasu.