

## SCHEMA GENERALE DOMANDE

In generale chiede: **trasformatore monofase** (fino a p.vuoto, p.cc.), **macchine c.c.** (i 3 tipi e caratteristiche esterne e meccaniche, con parte di conversione mecc. accennata e anello Pacinotti), **macchina sincrona isotropa** (fino a caratteristica pseudomeccanica e curva limite della macchina), **macchina asincrona** (fino a metodi per regolare la coppia di avviamento).

Domandine particolari che può fare:

- Perché  $R_0$  si mette in parallelo a  $X_0$ ?
- Perché posso portare a secondario  $R_1$  e  $L_d$ ?
- Qual è l'ordine di grandezza in percentuale di  $I_0$  (corrente p.vuoto) e  $V_{cc}$  (tensione p.cc.)?
- Somiglianze e diversità caratteristica meccanica si ecc. separata e ecc. serie (trovare  $T_{avv}$  e  $Om_0$ , perché abbassare  $T_{avv}$ , tipi di regolazione  $T_{avv}$ , sapere che in quella serie non c'è la regolazione con  $k$  e che nell'ecc. separata si usa se vogliamo poca potenza e alta velocità)
- I motori a ecc. serie sono utilizzati nei tram e nelle macchine a trazione dove non c'è rischio che si stacchi il carico (per il problema della velocità di fuga)
- I generatori a ecc. parallelo possono essere usati se vogliamo una corrente di corto circuito più bassa e quindi avere più sicurezza in caso di guasti
- Perché definiamo un fasore spaziale razionale anche per la corrente di eccitazione se questa è continua? (Perché facendo la proiezione del fasore otteniamo sempre un valore costante)
- Costruzione generatore di Behn-Eshemburg e ricavare il limite dell'angolo di carico (caratteristica sinusoidale della potenza)
- Curva limite (limite di statore, limite di rotore, limite di turbina, limite di angolo di carico-10%)
- La  $s$  ai pedici indica in questo caso sincrona perché si riferisci l'intera macchina
- Qual è la problematica nelle equazioni della m.a.? Il fatto ce si riferiscono a sistemi diversi e non sono isofrequenziali
- Qual è l'ordine di grandezza in percentuale di  $I_0$  (corrente p.vuoto) e  $V_{cc}$  (tensione p.cc.)? (E perché non possiamo trascurare, al contrario del trasformatore, le perdite dovute a  $R_s$ )
- Perché possiamo manipolare con moltiplicazioni e divisioni le equazioni rotoriche? Perché  $V_r=0$  (bobine rot.cortocircuitate)
- Evidenziare zone di funzionamento nella caratteristica meccanica
- Qual è la zona della caratteristica nella quale di solito si lavora? Analisi punti di stabilità e analisi dell'efficienza energetica dei punti trovati

## **SCHEMA DOMANDE SINGOLE**

### **Scaletta argomenti da toccare per argomento**

#### **TRASFORMATORE**

- Modello trasf. Ideale. Disegna modello e circuito equivalente. Ricava relazione di conservazione di potenza  $v_1 i_1 = v_2 i_2$  e il rapporto di trasformazione  $k$ .
- Togli l'idealità del ferro e imponi permeabilità del ferro finito. Disegna modello e circuito equivalente. Calcola induttanza di magnetizzazione spiega perché scorre  $i_0$ .
- Considera la non idealità dovuti ai flussi di dispersione nell'aria. Disegna modello e circuito equivalente. Calcola induttanze di dispersione e trova le equazioni per il modello.
- Aggiungi le perdite resistive delle bobine e disegnale nel modello.
- Aggiungi le perdite di isteresi e per correnti parassite con una res.  $R_0$  in parallelo a  $L_0$  perché dipendenti dalla variazione di flusso imposta da  $v_1$  (che è quindi la tensione ai capi di  $R_0$ )
- Spiega come si ricavano i parametri del modello trasformatorico completo con la prova a vuoto e la prova cc, sottolineando quali componenti e perché possiamo trascurarli.

#### **M.CC.**

- Breve recap. delle equazioni principali per la conversione elettromagnetica. Spiega come si ricavano brevemente e scrivi solo  $e = Blv$  e  $F = Bli$  e per i sistemi rotanti sarà del tipo  $e = k\Omega$  e  $T = ki$ , poi ti agganci all'anello di Pacinotti.
- Fai un disegno dell'anello di Pacinotti e indichi come è fatta la struttura. Fai un disegno del rotore e indichi il verso delle f.e.m. e, ricavi la tensione ai capi delle spazzole come  $E = N_e = NBIR\Omega = k\Omega$ . Fai un disegno del rotore dove indichi il verso delle forze e ottieni la coppia  $T = NBIRi = ki$ .
- Disegni il circuito della macchina a ecc. separata. Scrivi le equazioni (in base a motore o gen). Per gen. disegni la caratteristica esterna e sottolinei che la corrente di corto circuito è molto alta quindi pericolosa. Per motore disegni la caratteristica meccanica, ricavi l'espressione della coppia di avviamento e della velocità a vuoto  $\Omega_0$ . Illustri quali sono i vari modi per abbassare la coppia di avviamento modificando i suoi parametri e perché bisogna farlo.
- Disegni il circuito della macchina a ecc. serie illustri somiglianze e differenze con macchina ecc. separata e come  $k$  dipenda da  $l = l_{ecc}$  e le zone di funzionamento. Dici perché funziona solo come motore e disegni la caratteristica e meccanica e fai un'analisi come la precedente (ATTENZIONE: non c'è a regolazione di  $T_{avv}$  con  $k$ ).
- Disegni il circuito della macchina cc. a ecc. parallelo e analizzi come prima il funzionamento come generatore e osservi che la corrente  $I_{cc}$  non è alta come negli altri casi, quindi più sicura in caso di guasti.

#### **MACCHINA SINCRONA**

- Disegni la struttura e parli delle bobine di statore e di rotore, come sono alimentate.
- Scrivi l'equazione per la tensione concatenata di statore (va bene anche solo una bobina ad es. a). Ti conviene ricavare l'espressione per passi:

- Senza lecc e senza R di statore, quindi ricavi l'autoindutt.  $L_{aa}$  e  $L_{bb}$ ,  $L_{cc}$ , moltiplichi per  $\sqrt{\frac{2}{3}} [1 \alpha \alpha^2]$  e ottieni l'espressione (parziale) fasoriale  $v_s = 3/2 * L_s * di/dt$
- Spegni l'alimentazione alle bobine di statore e senza R, consideri quindi solo lecc, ricavi  $L_{ae}$ ,  $L_{be}$ ,  $L_{ce}$  per tutte le 3 bobine e moltiplicando per  $\sqrt{\frac{2}{3}} [1 \alpha \alpha^2]$  ottieni l'espressione fasoriale parziale dovuta alla corrente di eccitazione. Spiega perché possiamo scriverle come fasore spaz. anche se è continua.
- Considera infine le resistenze statoriche e ricava l'espressione totale a regime di  $v_s$
- Disegna modello circuitale
- Disegna schema vettoriale di Behn Eshemburg (anche non considerando  $R_s$ ), come generatore
- Illustra i limiti sull'angolo di carico, ricavando la potenza in funzione dell'angolo di carico
- Illustra e disegna gli altri limiti della macchina sullo schema vettoriale

### MACCHINA ASINCRONA

- Disegni la struttura e parli delle bobine di statore e di rotore, come sono alimentate.
- Scrivi l'equazione per la tensione concatenata di statore (va bene anche solo una bobina ad es. a). Ti conviene ricavare l'espressione per passi:
  - $V_{sa} = R_{sa} * i_a + d(\Phi_{sa})/dt$
  - Scrivi  $\Phi_{sa}$  come somma tra contributi di flusso di statore e di rotore e ricavi prima le induttanze di statore e poi quelle di rotore. Quindi ricavi l'eq. Totale di statore riferita allo statore.
- Scrivi ora le equazioni delle tensioni rotoriche riferite al rotore. Procedendo con passaggi analoghi a quelli di prima.
- Ottieni ora due equazioni riferite a due sdr differenti e con frequenze diversi. Spiega come renderle isofrequenziali e rispetto allo stesso sdr (statorico). Scrivi il sistema di equazioni ottenuto, disegna e ricava il modello trasformatorico.
- Illustra le riduzioni del modello
- Illustra come si trovano i parametri e le caratteristiche della prova a vuoto e di cortocircuito e differenze con trasformatore.
- Disegna la caratteristica meccanica ed evidenzia le zone di funzionamento (freno, motore, generatore)
- Spiega i punti di stabilità e la loro efficienza energetica.