

Tema N° 1: Convertitori, Macchine ed Azionamenti Elettrici.

Una media industria dispone di una piccola centrale idroelettrica (mediamente 2 MW resi in rete), con alternatore sincrono opportunamente sovradimensionato (3MVA nominali) per gestire il rifasamento del sito industriale nel quale è localizzata, direttamente nella cabina di trasformazione sul lato in media tensione.

L'azienda intende valutare l'opportunità della generazione nella rete trifase della potenza erogata da pannelli fotovoltaici, installabili utilizzando le ampie superfici esposte dei propri capannoni.

La specifica elettrica ai terminali, correlata con una prima offerta di pannelli fotovoltaici, è definita nel punto di lavoro nominale di massima potenza e rendimento, **potenza 48 [kW] e tensione 308 [V]**, mentre la tensione a vuoto può raggiungere un valore anche doppio.

Sono state proposte due diverse soluzioni per trasferire alla rete trifase tale potenza elettrica. Ne viene richiesto lo studio preliminare per le parti di potenza, struttura, schemi e dispositivi.

Il candidato scelga e sviluppi una delle due soluzioni alternative, di seguito suggerite e richieste.

Il candidato ha facoltà di ampliare la presentazione delle proprie competenze attraverso una valutazione comparativa, tecnologica e quantitativa, di tali alternative.

Struttura A. Conversione statica.

La prima struttura utilizza un invertitore trifase per la conversione nella rete industriale in bassa tensione (400 V nominali concatenati efficaci). Sono richiesti:

- A1) lo schema elettrico e il dimensionamento di massima dei dispositivi di potenza strettamente necessari, dai terminali del banco di pannelli fotovoltaici a quelli della rete trifase;
- A2) il dimensionamento nominale dei moduli di potenza dell'inverter, nell'ipotesi di utilizzare una famiglia di moduli intelligenti, IGBT IPM, $I_{rated} = 50; 100; 150; 200; 250; 300; 400$ [A];
- A3) uno schema elettrico completato con alcuni dispositivi di protezione e avviamento, in particolare necessari per poter utilizzare tali moduli a IGBT nella taglia da $V_{rated} = 600$ [V];
- A4) la valutazione di massima del rendimento totale di conversione ottenibile con una modulazione PWM a 10kHz, sulla base dei seguenti dati dei moduli a semiconduttore:
 - caduta di conduzione (IGBT e diodi) pari a 1,85 V @ I_{rated} ;
 - energia persa in commutazione, nell'ipotesi di dipendenza lineare dal prodotto di commutazione; in ciascun periodo di modulazione $E_{comm}/(V_{dc} \cdot I_{load}) = 250$ ns.

Struttura B. Conversione elettromeccanica.

La seconda struttura è suggerita da un tecnico esperto della centrale. Si ipotizza l'utilizzazione di un motore in corrente continua, in quanto già calettato sull'asse meccanico dell'alternatore, a suo tempo predisposto come dispositivo per il possibile controllo e l'avviamento dell'alternatore.

Le caratteristiche del motore, dotato di avvolgimento separato di eccitazione, sono così specificate:

- corrente nominale di armatura $I_{a,nom} = 220$ [A] ;
- tensione nominale di armatura $V_{a,nom} = 400$ [V] (al sincronismo e @ $I_{a,nom}$);
- resistenza di armatura $R_a = 55$ [mΩ];
- potenza di eccitazione $P_{ecc,nom} = 2,7$ [kW] (nelle condizioni nominali e @ $V_{ecc} = 400$ [V]).

Sono richiesti i seguenti punti.

- B1) La definizione delle funzioni necessarie, anche per la regolazione e l'avviamento del sistema, nonché il disegno dello schema a blocchi di conversione complessivo.
- B2) La valutazione e il calcolo delle perdite di energia nella conversione elettromeccanica, nelle condizioni operative specificate e nell'ipotesi di operatività prevista dell'impianto idroelettrico.
- B3) Il dimensionamento di massima e la valutazione delle perdite di energia nei dispositivi di potenza definiti necessari, diversi dalle macchine elettriche rotanti.
- B4) Il banco di pannelli può essere fornito con tensioni operative variabili a passi di 14V, a parità di potenza e superficie; definire una tensione ottimale di esercizio e rivalutandone il rendimento.

Note e suggerimenti. La valutazione concerne prioritariamente la maturità professionale del candidato.

In questa prospettiva devono essere considerati il rigore e la immediatezza dei passaggi analitici (e delle presentazioni grafiche) sulle tematiche prioritarie definite, nonché la chiarezza nella esposizione delle ipotesi su ulteriori dispositivi e funzioni, richiesti e non specificati o definiti direttamente dal candidato, nella relativa quantificazione di modelli e parametri.