

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-55/28 (23. 7. 55)

F. Amman, R. Toschi: DISCUSSIONE SULL'ALIMENTAZIONE CON
L'ING. COSTADONI DELLA C. G. E.

DISCUSSIONE SULL'ALIMENTAZIONE CON
L'ING. COSTADONI DELLA C.G.E.-

MILANO, 23 Luglio 1955

INGG. AMMAN E TOSCHI

I) Proposta Sameda

a) Sistema Kramer.-

Il sistema Kramer è solitamente previsto per regolazione lenta, non rapida. Si è anche tentato, per aumentare la rapidità di risposta, di sostituire la commutatrice con un sistema elettronico, ma anche in tal modo la regolazione non è molto rapida; questo perfezionamento non è mai stato applicato in Italia.

Da un'informazione tecnica della G.E.Co. del 1948 sui vari tipi di gruppi a velocità regolabile, risulta che un sistema tipo Kramer è in concorrenza dal punto di vista economico, con altri tipi di gruppi a velocità regolabile nell'intervallo di potenza da 1.000 a 7.500 Hp; ~~al di sotto del~~ 1.000 Hp, tenendo conto di tutto, è più economico un gruppo Ward Leonard. tener conto di tutto significa far entrare nel calcolo economico anche le spese di fondazione e di progetto di macchine che usualmente non sono di serie.

A miglior chiarimento di ciò è bene far presente la distinzione tra le due esigenze: regolazione e stabilizzazione di velocità. Il calcolo economico di cui sopra si riferisce a gruppi di regolazione, con i quali si vuole avere la possibilità di variare la velocità di un asse entro un certo intervallo, con una stabilizzazione inferiore a quella da noi richiesta.

Nel nostro caso non si richiede tanto una regolazione di velocità, quanto una assai elevata stabilizzazione di essa.

Passando quindi a considerare questa seconda esigenza, è opinione dell'Ing. Costadoni che non sarà possibile garantire una stabilità di velocità entro $\pm 1\%$, con variazione di frequenza di rete del $\pm 2\%$, qualora si ricorra al sistema Kramer. Per ottenere tale stabilità bisognerebbe avere un fattore di guadagno 20; un guadagno statico di tale ordine non è difficile, ma è praticamente impossibile da ottenersi lo stesso guadagno dinamico, nel transitorio, essendovi due costanti di tempo meccaniche (gruppo asincrono-motore a c.c. - alternatore e convertitrice); inoltre, essendo il trasferimento di energia fatto attraverso

una macchina sincrona (la convertitrice) un transitorio può provocare oscillazioni pendolari di quest'ultima, qualora si ricorra ad alti guadagni dinamici.

Il sistema Kramer presenta un ulteriore svantaggio nei confronti della soluzione C.G.E.: in esso vi sono quattro gruppi di spazzole contro un solo gruppo nell'offerta C.G.E. Dato che la caduta di tensione su ogni coppia di spazzole può avere fluttuazioni di ± 2 V, è evidentemente meglio eliminare il maggior numero di spazzole possibile per ottenere una migliore regolazione.

Un ulteriore punto a svantaggio del Kramer è la necessità di porre un gruppo di reostati per l'avviamento dell'asincrono sino a 600 g/" e di un commutatore sotto carico dai reostati alla convertitrice. La caratteristica coppia-velocità del Kramer è dello stesso tipo di quella del motore asincrono.

Concludendo il sistema Kramer, per le potenze in gioco, e senza tener conto della stabilizzazione di velocità voluta, è economicamente svantaggioso rispetto a un gruppo Ward Leonard, almeno negli Stati Uniti; da noi la situazione potrà essere diversa, ma non troppo. Una assai grossolana valutazione dei costi dà per il Kramer (asincrono, motore a c.c., convertitrice, previsti per azionare sia l'alternatore che la dinamo a c.c. per l'alimentazione del magnete) un costo di 17 milioni di lire, contro 22 milioni di lire del gruppo raddizzatore + motore a G;G, proposto dalla C.G.E.

Considerando poi la stabilizzazione voluta, è assai probabile che essa sia impossibile da ottenersi col sistema Kramer.

A queste va aggiunta un'altra considerazione assai importante: un gruppo Kramer con regolazione di velocità all'1% sarebbe per la C.G.E. un prototipo, e come tale, soggetto a tutte le incertezze dei prototipi; per quanto riguarda la convertitrice, non vi è nessuna ditta in Italia che costruisca in serie tali macchine.

b) Gruppo asincrono-dinamo.-

Volendo raggiungere stabilità di corrente così elevate, è meglio, fin dove è possibile, evitare di introdurre una perturbazione piuttosto che prevedere enormi potenze di regolazione; il transitorio che segue ogni perturbazione è riducibile ad un minimo solo con l'impiego di lunghe catene di amplificazione, di grandi potenze, con tutti gli svantaggi che ne derivano.

Fatto presente ciò, l'Ing. Costadoni esclude la convenienza tecnica di avere la dinamo per l'alimentazione del magnete collegata ad un asincrono, e quindi soggetta a tutte le variazioni della rete. Si possono distinguere tre casi :

- 1) Sistema Kramer : è meglio mettere la dinamo sullo stesso asse dell'alternatore; ne risulta un solo asincrono (che costerà meno di due di minor potenza), ~~ma~~ convertitrice ed un motore a corrente continua che saranno circa di potenza doppia di quelli previsti dal Prof. Someda. Tra le due soluzioni non vi è una sensibile differenza di costo.
- 2) Sistema a raddrizzamento statico: si potrebbe pensare ad una variante al sistema proposto dalla C.G.E.: un gruppo di raddrizzatori che alimenta direttamente il magnete (invece che una dinamo sull'asse dell'alternatore). Data la tensione (100 V) i raddrizzatori a vapori di Hg (che hanno una caduta dell'ordine della ventina di Volts) avrebbero un basso rendimento ed un alto costo (ordine di grandezza: 60.000 £/Kw a 100 V contro 15.000 £/Kw a 500 V). I raddrizzatori al selenio richiederebbero enormi potenze di regolazione, e quindi regolazione lenta. La C.G.E. ha chiesto un preventivo per raddrizzatori al germanio alla BTH inglese, ma questa Ditta è sovraccarica di lavoro e non accetta ulteriori ordinazioni. Resta quindi la soluzione proposta dalla C.G.E. stessa (raddrizzamento e dinamo sull'asse dell'alternatore) nella quale la dinamo è su un asse a velocità stabilizzata, con il vantaggio sopra indicato di avere una regolazione più semplice e più sicura.
- 3) Gruppo convertitore rotante. In questo caso, per ragioni economiche, l'Ing. Costadoni ritiene indubbiamente migliore la soluzione con dinamo su asse non stabilizzato in velocità (Marelli) di quella con dinamo su asse stabilizzato (Ansaldo). Essendo in presenza di gruppi rotanti le perturbazioni della rete richiedono comunque grosse potenze di regolazione, e quindi tanto vale avere la dinamo con velocità non stabilizzata, e assai minore trasferimento di potenza sull'asse a velocità stabilizzata.

Per inciso, nel caso di conversione con gruppo rotante, l'Ing. Costadoni propenderebbe per un sincrono piuttosto che per un asincrono, per la possibilità di portarne il fattore di potenza a 1.-

c) Regolazione.-

Proposta Someda: regolazione della c.c. con riferimento fisso + regolazione della c.a. prendendo come riferimento il segnale della c.c. regolata. Differisce dalla regolazione indipendente di c.c. perchè sente le fluttuazioni di un solo riferimento invece che di due.

Costadoni preferisce due regolazioni rapide indipendenti c.a. e c.c. più una terza regolazione lenta della differenza c.a. - c.c. che sposta il riferimento di una delle due grandezze regolate. Con questo sistema si attenua molto la deriva del riferimento legandoli ad una grandezza (c.a. - c.c.) percentualmente assai piccola.

A questo proposito è bene ricordare che le fluttuazioni del riferimento sono dell'ordine del $\pm 0,5\%$ e quindi una stabilizzazione del $\pm 1\%$ significa una regolazione del $\pm 0,5\%$. A proposito della regolazione Someda, è meglio che le due regolazioni AC e DC siano indipendenti per non scaricare su una le perturbazioni dell'altra.

II) Precisazioni sull'offerta C.G.E.

Regolazione di frequenza. E' prevista una regolazione rapida tachimetrica; qualora ciò non bastasse, prevederanno una regolazione più lenta dell'angolo di fase (tale regolazione è poco stabile se non è accoppiata alla regolazione tachimetrica).

La rapidità di risposta dei regolatori sul gruppo raddrizzatore statico, per perturbazioni provenienti dalla rete, è dell'ordine di $1/10$ di secondo o minore. Se le perturbazioni provengono dal carico non omico (nostro caso, con determinate costanti di tempo meccaniche ed elettriche), le cose cambiano. In pratica nel nostro caso il carico è da considerarsi costante senza perturbazioni veloci.

La dinamo della C.G.E. è cara perchè la velocità (determinata dall'alternatore a 20 p/sec) di 600 g/1' non è la più economica.

Nei prossimi anni si può prevedere una situazione delle reti italiane peggiore dell'attuale; in caso di siccità invernale la situazione potrebbe tornare simile a quella del periodo postbellico. Il raddrizzamento statico, per la sua alta rapidità di risposta con piccole potenze di regolazione (su griglia) funzionerà in tali peggiorate condizioni indubbiamente meglio dei gruppi convertitori rotanti.

Il campo della dinamo è dato da una amplidina (con le quali sono arrivati ad ottenere rapidità di risposta dell'ordine di $3/100$ di sec), mentre per l'alternatore vi è un'eccitatrice regolata da amplificatori magnetici; la ragione della differenza tra le due soluzioni sta in questione di potenze; si fanno in serie amplidine fino a 7.5 KW; per potenze superiori conviene usare un'eccitatrice con amplificatori magnetici.

Nell'offerta C.G.E. il gruppo delle eccitatrici è mosso da un motore asincrono (bassa potenza): Costadoni proporrebbe, per migliorare la stabilità, di accoppiarle con cinghie trapezoidali al gruppo principale regolato in velocità; vi sarebbe anche un risparmio come meglio, una migliore

utilizzazione) dello spazio.

Per i riferimenti, data l'alta stabilità richiesta, Costadoni non vuole precisare ora il sistema che userà; saranno comunque elementi isolati termicamente.

Interruttore e protezioni sulla dinamo. Se i condensatori in parallelo al choke andassero in corto, nella dinamo, oltre ai 3000 A c.c. passeranno 700 A efficaci c.f.a. Dato che la dinamo può sopportare tale componente alternata in tal caso basterà diseccitare c.a., ciò che provocherebbe sovratensioni sul choke.

(l'interruttore A si potrà aprire solo quando l'alternatore è diseccitato)

La reattanza in serie all'alternatore proposta da Costadoni (fog. n.4) dovrebbe essere dello stesso ordine di grandezza della reattanza di dispersione dell'alternatore e servirebbe a diminuire l'intensità delle armoniche di corrente circolanti nell'alternatore (dovute alla caratteristica non lineare del magnete). La tensione dell'alternatore (e quindi la distribuzione dei condensatori C₁ e C₂) dovrà essere determinata in seguito a studi teorici e su modelli dell'effetto delle armoniche di corrente sul generatore. Tali studi porteranno pure all'ottimo valore della reattanza di cui sopra. Se sorgessero contestazioni in sede di collaudo tra la Ditta costruttrice del magnete e quella delle macchine Costadoni propone quanto segue per provare indipendentemente il magnete: si alimenta il magnete stesso, indi lo si distacca dal generatore (ad; es. cortocircuitando e diseccitando il generatore stesso); si può quindi ricavare le caratteristiche del magnete dalle oscillazioni smorzate di corrente. A proposito del choke Costadoni consiglia che la fabbricazione sia affidata o all'Ansaldo o alla CGE per una migliore coordinazione. La proposta Someda del choke in aria non lo convince: le perdite sono setamente maggiori, e, in prima approssimazione, il vantaggio economico del choke in aria, sarebbe poi assorbito dalla spesa per la smatura. Inoltre il choke in ferro ha il vantaggio di poter essere montato in un cassone da trasformatori standard. Raccomanda di tenere presente la questione rumori: il basamento delle macchine, non può essere appoggiato su appoggio elastico o plastico, essendo esso non sufficientemente rigido; si potrà pensare ad un appoggio plastico dei pilastri in cemento (prima soluzione Scaccia con sabbia). Inoltre consiglia di prevedere un soffitto, mobile, in materiale isolante acusticamente. Dal punto di vista dei rumori la CGE ha il vantaggio rispetto alle altre soluzioni di avere un solo gruppo rotante invece di due.

=====