



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901548822
Data Deposito	08/08/2007
Data Pubblicazione	08/02/2009

Priorità	11/464.656
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Priorità	11/464656
Nazione Priorità	
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	C		

Titolo

PROCEDIMENTI E SISTEMI PER IL CONTROLLO DI TURBOMOTORI A GAS

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale avente per titolo:

«PROCEDIMENTI E SISTEMI PER IL CONTROLLO DI TURBOMOTORI A GAS»

A nome : **GENERAL ELECTRIC COMPANY**

di nazionalità: **Statunitense**

con sede in : **SCHENECTADY, N.Y. (USA)**

DESCRIZIONE

SFONDO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione riguarda generalmente turbine a gas e, più particolarmente, sistemi di controllo di combustibile o carburante per turbine a gas.

Almeno alcuni sistemi di controllo di combustibile o carburante di turbine a gas industriali noti si basano su una pressione del combustibile stabile a monte di un insieme di valvole di controllo di gas in parallelo per un funzionamento appropriato. Per questa ragione, una valvola di controllo di pressione è impiegata immediatamente a monte dell'insieme di valvole di controllo di gas in parallelo, per regolare questa pressione.

Miglioramento della risposta della valvola di controllo di pressione è desiderabile per il controllo di pressione del sistema del combustibile delle turbine a gas. Una risposta lenta ed una bassa

larghezza di banda possono determinare una scarsa azione di inseguimento del sistema di controllo rispetto al parametro controllato. Un algoritmo fornente una risposta dinamica del sistema di controllo del combustibile perfezionata, includente un più corto tempo di salita della risposta e una migliore azione di "inseguimento" o pedinamento per segnali di riferimento di comando di frequenza più alta tende a migliorare il funzionamento generale del sistema della turbina.

BREVE DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

In una forma di realizzazione, un sistema di controllo include un modello di componente atto a regolare la pressione di alimentazione del combustibile per una turbina a gas, un sensore di pressione atto a rilevare la pressione del combustibile o carburante alimentato alla turbina a gas, ed un modulo di retroazione includente retroazione integrale più di stato, il modulo di retroazione essendo atto a fornire un segnale di riferimento di retroazione positiva al modello del componente, in modo tale da facilitare la riduzione del tempo di risposta del sistema di controllo del combustibile della turbina a gas a cambiamenti nella pressione del combustibile.

In un'altra forma di realizzazione, un procedimento per controllare una risposta dinamica di una valvola di controllo di combustibile in un sistema di controllo di combustibile di una turbina a gas include il regolare la pressione di alimentazione del combustibile per la turbina a gas impiegando un modello di componente, rilevare la pressione di una alimentazione di combustibile alla turbina a gas, ed applicare retroazione integrale più di stato al modello del componente per facilitare almeno una tra riduzione del tempo di risposta della valvola di controllo del combustibile a cambiamenti nella pressione di alimentazione del combustibile e aumento della larghezza di banda della risposta della valvola di controllo del combustibile.

In ancora un'altra forma di realizzazione, un complesso di turbomotore a gas include una camera di combustione atta a ricevere un flusso di combustibile da un sistema di alimentazione di combustibile attraverso una valvola di controllo del combustibile, ed un sistema di controllo atto a facilitare il controllo della risposta dinamica della valvola di controllo di alimentazione del combustibile, in cui il sistema di controllo include un processore atto a regolare la pressione di alimentazione del

combustibile alla camera di combustione impiegando un modello di componente, ricevere un segnale di pressione dall'alimentazione di combustibile alla camera di combustione, e applicare retroazione integrale più di stato al modello del componente per facilitare la riduzione del tempo di risposta della valvola di controllo del combustibile ad un cambiamento nella pressione di alimentazione del combustibile alla camera di combustione.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La Figura 1 è una vista schematica di un sistema di controllo esemplificativo per un impianto di generazione di energia o potenza elettrica includente un turbomotore a gas;

La Figura 2 è uno schema di massima di una porzione di un sistema di controllo che può essere impiegata con il turbomotore a gas rappresentato in Figura 1; e

La Figura 3 è un grafico illustrante una risposta di subsistemi di controllo di combustibile ad un cambiamento a gradini nella pressione intervalvolare P_2 .

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

La Figura 1 è una vista schematica di un sistema di controllo esemplificativo 10 per un impianto 12 di generazione di energia o potenza elettrica includente

un turbomotore a gas 14. Nella forma di realizzazione esemplificativa, il turbomotore a gas 14 è accoppiato ad una turbina a vapore 16 e ad un generatore di energia o potenza elettrica 18 attraverso un albero monolitico 20 in una configurazione a ciclo combinato. In varie altre forme di realizzazione della presente invenzione, il turbomotore a gas 14 è accoppiato ad un generatore in una configurazione di turbomotore a gas a ciclo semplice. Configurazioni addizionali del turbomotore a gas con altri dispositivi motori primari sono pure contemplate relativamente a varie forme di realizzazione della presente invenzione.

Nella forma di realizzazione esemplificativa, il turbomotore a gas 14 è controllato mediante un sistema di controllo 10 attraverso il sistema 22 di controllo della turbina a gas e del combustibile o carburante. Altre apparecchiature come la turbina a gas 16, un generatore di vapore a recupero di calore 24, e una apparecchiatura 26 di equilibratura dell'impianto sono controllate mediante il sistema di controllo 10 tramite rispettivi subsistemi di controllo nell'impianto 12 di generazione di potenza. I rispettivi subsistemi sono atti a comunicare con sensori ed elementi di controllo (non rappresentati)

che sono accoppiati alle apparecchiature e a fornire segnali che sono una funzione dei parametri di funzionamento delle apparecchiature. I subsistemi per ciascuna unità comunicano fra loro e con un sistema 28 di controllo dell'impianto attraverso un bus di dati unitario 30 che può essere un sistema a bus singolo, ridondanza doppia o a ridondanza tripla. Il sistema 28 di controllo dell'impianto comunica con una stazione di lavoro tecnica 32, almeno una stazione di lavoro d'operatore 34, ed altre interfacce di visualizzazione e macchina-uomo, come ad esempio stampanti e dispositivi per registrare storie di dati, che ricevono e memorizzano dati trasmessi ad essi da rispettivi subsistemi accoppiati attraverso il bus di dati unitario 30.

I subsistemi includono, ad esempio, un subsistema 38 di eccitazione e protezione di generatori, un subsistema aviatore statico 40, un subsistema 42 di controllo della turbina a vapore e bypass, un "heat recovery steam generator (HRSG)" o generatore di vapore a recupero di calore, e un sistema di componenti ausiliari meccanici del ciclo del vapore, nonché un subsistema di controllo ausiliare 46 di unità.

La Figura 2 è uno schema di massima di una porzione

di controllo di combustibile di un turbomotore a gas del sistema di controllo 10 che può essere impiegato con il turbomotore a gas 14 (rappresentato in Figura 1). Nella forma di realizzazione esemplificativa, il turbomotore a gas riceve una alimentazione di combustibile da una o più linee 102 di distribuzione di combustibile ciascuna delle quali include una valvola 104 di controllo del combustibile. Le linee 102 di distribuzione del combustibile ricevono un flusso di combustibile da una valvola 106 di controllo di pressione posizionata a monte dalle valvole 104 di controllo del combustibile. Un sensore 108 di pressione di alimentazione di combustibile è accoppiato in comunicazione di flusso con l'alimentazione di combustibile a monte dalla valvola 106 di controllo di pressione, ed un sensore 110 di pressione intervalvolare è accoppiato in comunicazione di flusso con l'alimentazione di combustibile a valle dalla valvola 106 di controllo di pressione.

Il sensore 108 di pressione d'alimentazione del combustibile genera un segnale P1 che è una funzione della pressione di alimentazione del combustibile a monte dalla valvola 106 di controllo della pressione, e il sensore 110 di pressione intervalvolare genera

un segnale di pressione intervalvolare P2 che è una funzione della pressione di controllo di combustibile a valle dalla valvola 106 di controllo di pressione. Una valvola 106 di controllo di pressione posizionale è controllata mediante un attuatore 112 accoppiato alla valvola 106 di controllo della pressione. L'attuatore 112 è controllato da un'uscita di un subsistema 114 di controllo di combustibile nel turbomotore a gas.

Il subsistema 114 di controllo del combustibile del turbomotore a gas include un modello 116 di componente che è atto a rappresentare la risposta del componente di alimentazione di combustibile includente le valvole, le condutture ed i sensori per elaborare parametri influenzanti il sistema di controllo 10 ed un modulo 117 di retroazione integrale più di stato. Un anello interno del modulo 117 di retroazione integrale più di stato è un parametro di retroazione 118. Il segnale P1 di pressione di alimentazione di combustibile fornisce "feedforward" o alimentazione diretta per il subsistema 114 di controllo del combustibile. Il segnale di pressione intervalvolare P2 è il parametro controllato del subsistema 114 di controllo del combustibile. Il segnale di pressione intervalvolare

P2 ed un segnale di punto di riferimento di pressione dal sistema di controllo 110 sono sommati per generare un segnale d'errore 120 che è alimentato in un integratore 122, ed essendo applicato un guadagno 124. Il segnale d'errore 126 ed il segnale di retroazione di stato 128 integrati sono combinati in un sommatore 130. Il segnale risultante è trasmesso al modello 116 di componente per ulteriore elaborazione. Incertezze nei parametri impiegati per descrivere i componenti di alimentazione di combustibile nel modello 116 di componente, o disturbi agenti sui componenti di alimentazione del combustibile possono provocare errori di controllo di stato stabile. Per respingere questi effetti, la configurazione di retroazione di stato è impiegata nell'anello interno del subsistema 114 di controllo del combustibile.

Nel funzionamento, la domanda per combustibile può variare lentamente quando turbomotori a gas che sono alimentati con il combustibile aumentano l'uscita meccanica per alimentare carico elettrico crescente ad esempio da una "griglia" o rete di distribuzione di energia elettrica. Addizionalmente, la domanda per combustibile può variare rapidamente, come ad esempio con un aumento a gradini a causa di un rapido aumento

nella domanda elettrica. I sensori di pressione 108 e 110 rilevano il cambiamento di pressione nelle loro rispettive linee a causa dell'aumentata domanda di combustibile. P1 fornisce un segnale di "feedforward" o di alimentazione diretta di pressione al modello 116 di componente e il segnale P2 di pressione intervalvolare è sommato con il punto di riferimento di pressione intervalvolare ricevuto dal sistema di controllo 10. Il segnale d'errore 120 è integrato, ed è applicato un guadagno predeterminato. Il segnale integrato risultante è sommato con un segnale di retroazione di stato regolato in guadagno dal modello 116 di componente. Il modello di componente applica quindi i parametri del modello ed il segnale P1 di alimentazione diretta di pressione al segnale d'errore elaborato per generare un'uscita di controllo y che è trasmessa all'attuatore 112 per modulare la valvola 106 di controllo di pressione per regolare la pressione del combustibile intervalvolare nuovamente al valore del punto di riferimento. Impiegando un circuito di controllo a retroazione integrale più di stato nel subsistema 114 di controllo del combustibile del turbomotore a gas, è ottenuta una risposta dinamica migliorata rispetto a sistemi di controllo di combustibile noti. La

risposta dinamica migliorata include un più piccolo tempo di salita in risposta ad un cambiamento a gradini nel parametro controllato ed una migliorata azione di inseguimento o pedinamento per segnali di riferimento di comando di frequenza più alta.

La Figura 3 è un grafico 300 illustrante una risposta di un subsistema di controllo di combustibile ad un cambiamento a gradini nella pressione intervalvolare P2. Il grafico 300 include un asse-x 302, graduato in unità di tempo e un asse-y 304 graduato in unità di pressione intervalvolare P2. Il grafico 300 include una traccia 306 illustrante un aumento a gradini nel segnale di pressione intervalvolare P2. Una traccia 308 illustra una risposta all'aumento a gradini da parte di un subsistema di controllo di combustibile di turbomotore a gas della tecnica nota, ed una traccia 310 illustra una risposta al subsistema 114 di controllo di combustibile o carburante del turbomotore a gas secondo una forma di realizzazione della presente invenzione. Nella forma di realizzazione esemplificativa, la traccia 308 ottiene un valore di stato sostanzialmente stabile, approssimativamente 2,41 secondi dopo che è iniziato il cambiamento a gradino illustrato dalla traccia 306. La traccia 310, che illustra la risposta del

subsistema 114 di controllo di combustibile del turbomotore a gas secondo una forma di realizzazione della presente invenzione, ottiene un valore di stato sostanzialmente stabile approssimativamente dopo 0,48 secondi che è iniziato il cambiamento a gradino illustrato dalla traccia 306. La differenza di risposta tra il subsistema della tecnica nota ed il subsistema secondo una forma di realizzazione della presente invenzione indica un miglioramento di approssimativamente cinque volte nella velocità di risposta ed un corrispondente miglioramento di approssimativamente cinque volte nella larghezza di banda.

Benché descritte con riferimento ad un sistema di alimentazione di combustibile o carburante gassoso, le forme di realizzazione della presente invenzione non devono essere considerate limitate a ciò. Perciò, sistemi di alimentazione di combustibile controllanti altre forme di combustibile possono pure essere impiegati in altre forme di realizzazione della presente invenzione. Inoltre, riferimenti ad una valvola di controllo di combustibile includono pure altri dispositivi di modulazione di flusso di combustibile di pressione come ad esempio smorzatori, trasportatori e ventilatori e soffianti a velocità

variabile.

Un effetto tecnico della presente invenzione è quello di facilitare la riduzione dell'effetto di variazioni di pressione di alimentazione del sistema di alimentazione di gas su pressione intervalvolare del gas regolata.

Il subsistema di controllo di alimentazione di combustibile per turbomotore a gas precedentemente descritto è economicamente vantaggioso ed altamente affidabile. Il subsistema consente di ottenere una risposta dinamica migliorata per la valvola di controllo della pressione di alimentazione di combustibile, in modo tale che cambiamenti di pressione di alimentazione di combustibile dovuti a cambiamenti nella domanda di combustibile sono compensati in un periodo di tempo relativamente più breve. Perciò, il subsistema di controllo di alimentazione di combustibile per turbomotori a gas facilita il funzionamento del turbomotore a gas in una maniera economicamente vantaggiosa ed affidabile.

Benché l'invenzione sia stata descritta nei termini di varie forme di realizzazione specifiche, gli esperti del ramo comprenderanno che l'invenzione può essere attuata praticamente con modificazioni rientranti entro lo spirito e l'ambito protettivo delle rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di controllo (10) comprendente: un modello di componente (116) atto a regolare la pressione di alimentazione di combustibile per una turbina a gas (14);

un sensore (108) di pressione atto a rilevare la pressione del combustibile alimentato alla turbina a gas, ed un modulo di retroazione (117) comprendente retroazione integrale più di stato, detto modulo di retroazione essendo atto a fornire un segnale di riferimento di retroazione positiva al modello del componente in modo tale da facilitare la riduzione del tempo di risposta del sistema di controllo a cambiamenti nella pressione del combustibile.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto sistema di controllo (10) comprende:

una valvola (106) di controllo di pressione e in cui detto modello (116) di componente è atto a rappresentare la risposta della valvola di controllo della pressione nella alimentazione del combustibile.

3. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto sistema di controllo (10) comprende un sensore di pressione (110) e condutture di intercollegamento accoppianti l'alimentazione di combustibile alla turbina a gas (14), e in cui detto modello di

componente (116) è inoltre atto a rappresentare la risposta del sensore (108) di pressione e delle condutture di intercollegamento nell'alimentazione del combustibile.

4. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto modello (116) del componente è inoltre atto a rappresentare la risposta di una pluralità di componenti nell'alimentazione di combustibile.

5. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto modulo di retroazione integrale più di stato (117) comprende inoltre un integratore (122) atto ad integrare un segnale comprendente un segnale di retroazione di pressione sommato con un punto di riferimento di pressione per creare un segnale integrale.

6. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto modulo di retroazione integrale più di stato (117) comprende inoltre un sommatore (130) atto a sommare un segnale di retroazione di stato dal modello di componente (116) moltiplicato per il guadagno di controllo (124) al segnale integrale per creare un segnale integrale/di somma.

7. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui detto modulo di retroazione integrale più di stato (117) comprende inoltre un ingresso di segnale di

alimentazione diretta di pressione di alimentazione a detto modello di componente (110).

8. Sistema secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre una alimentazione di combustibile al turbomotore a gas (14) che è controllata mediante un'uscita del modello di componente (110).

9. Complesso di turbomotore a gas (14) comprendente:

una camera di combustione atta a ricevere un flusso di combustibile da un sistema di alimentazione di combustibile attraverso una valvola (104) di controllo di alimentazione; e

un sistema di controllo (10) atto a facilitare il controllo di una risposta dinamica della valvola di controllo di alimentazione di combustibile, detto sistema di controllo comprendendo un processore atto a:

regolare una pressione di alimentazione di combustibile alla camera di combustione impiegando un modello (116) di componente;

ricevere un segnale di pressione dell'alimentazione di combustibile alla camera di combustione; e applicare retroazione integrale più di stato al modello del componente per facilitare riduzione del tempo di risposta della valvola di controllo del combustibile ad un cambiamento nella pressione di

alimentazione del combustibile alla camera di combustione.

10. Complesso secondo la rivendicazione 9, in cui detto processore è inoltre atto a rappresentare una risposta di almeno un componente nell'alimentazione di combustibile a cambiamenti in almeno uno tra la pressione del combustibile e il flusso di combustibile impiegando il modello di componente (116).

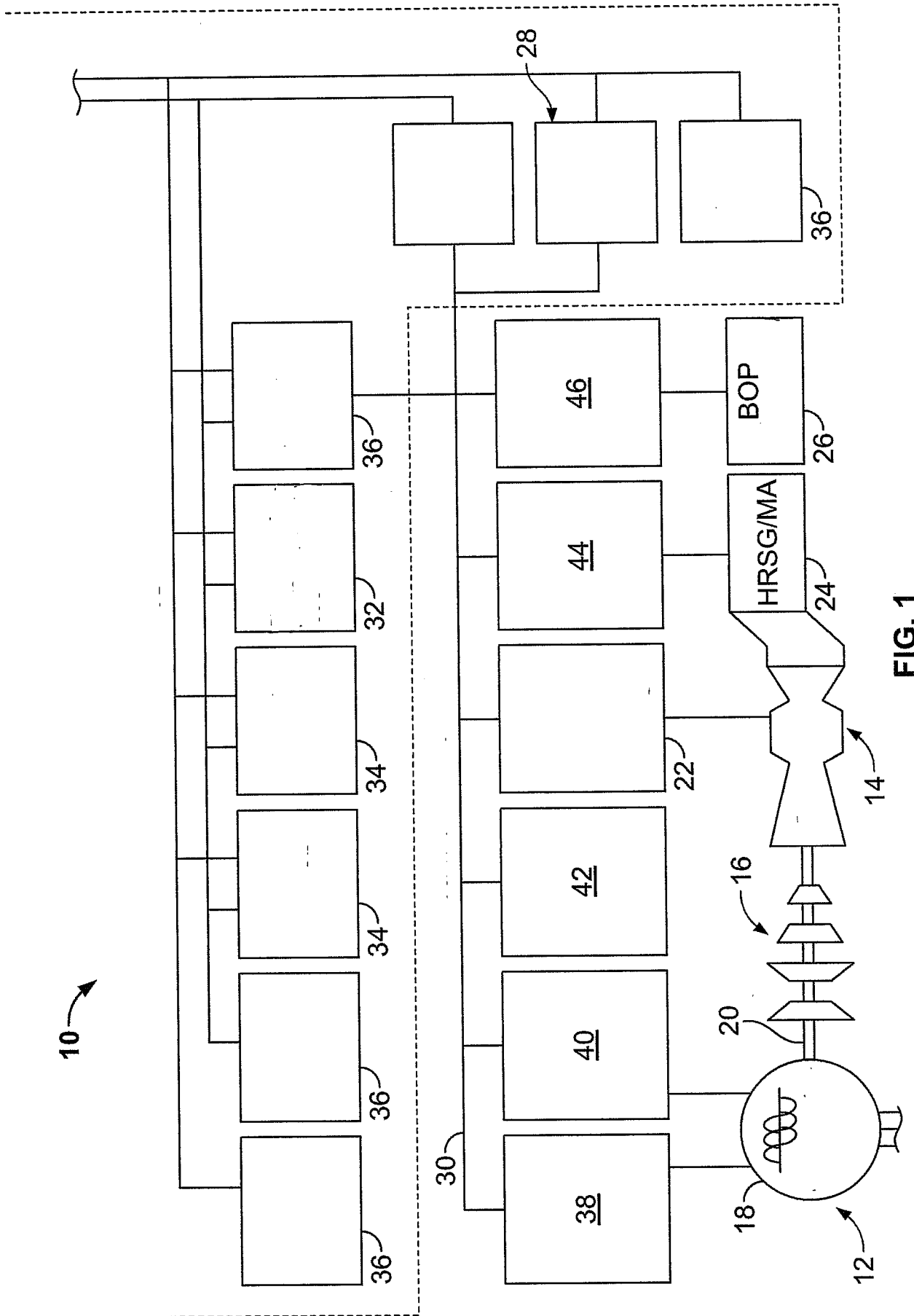


FIG. 1

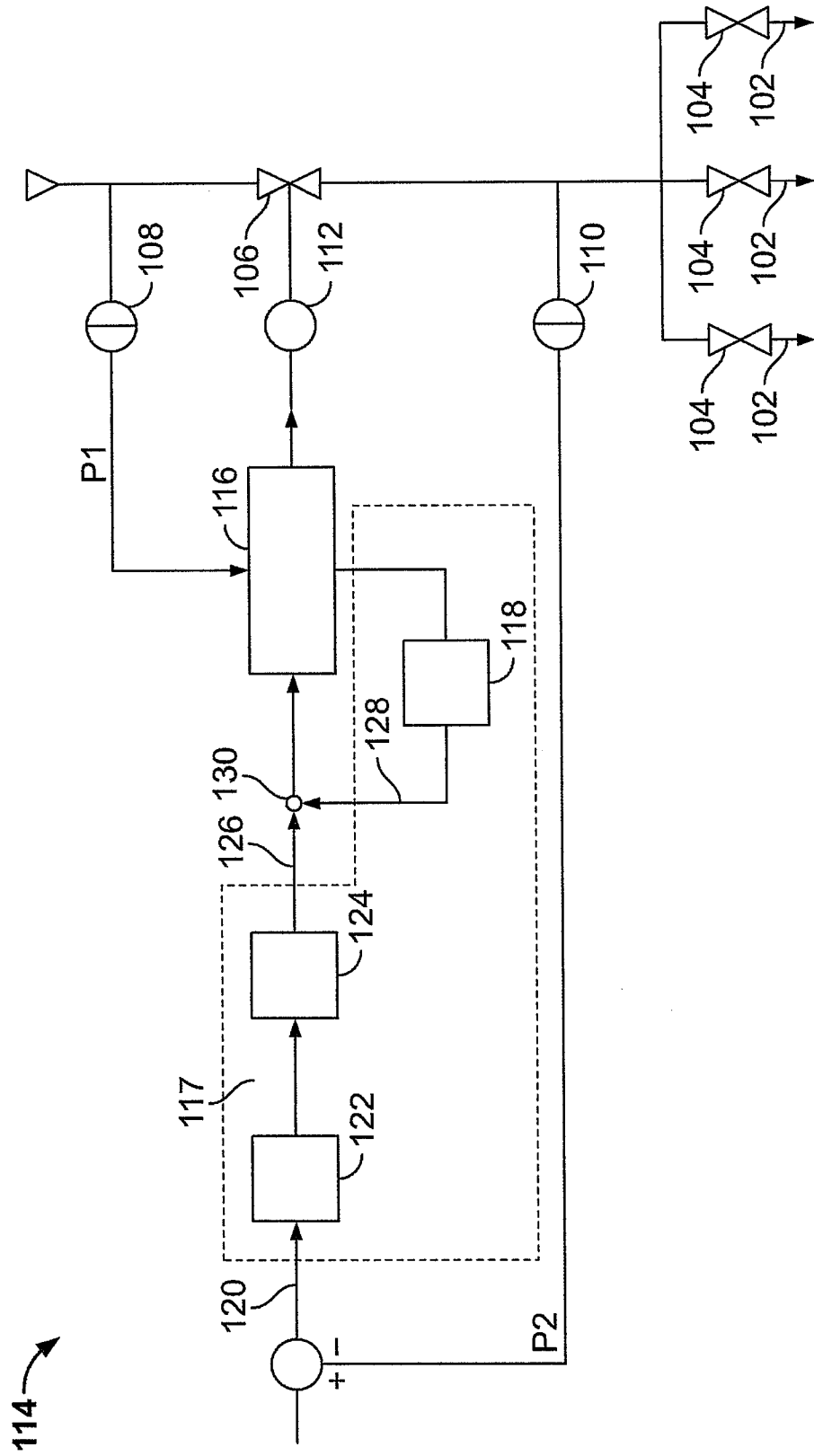


FIG. 2

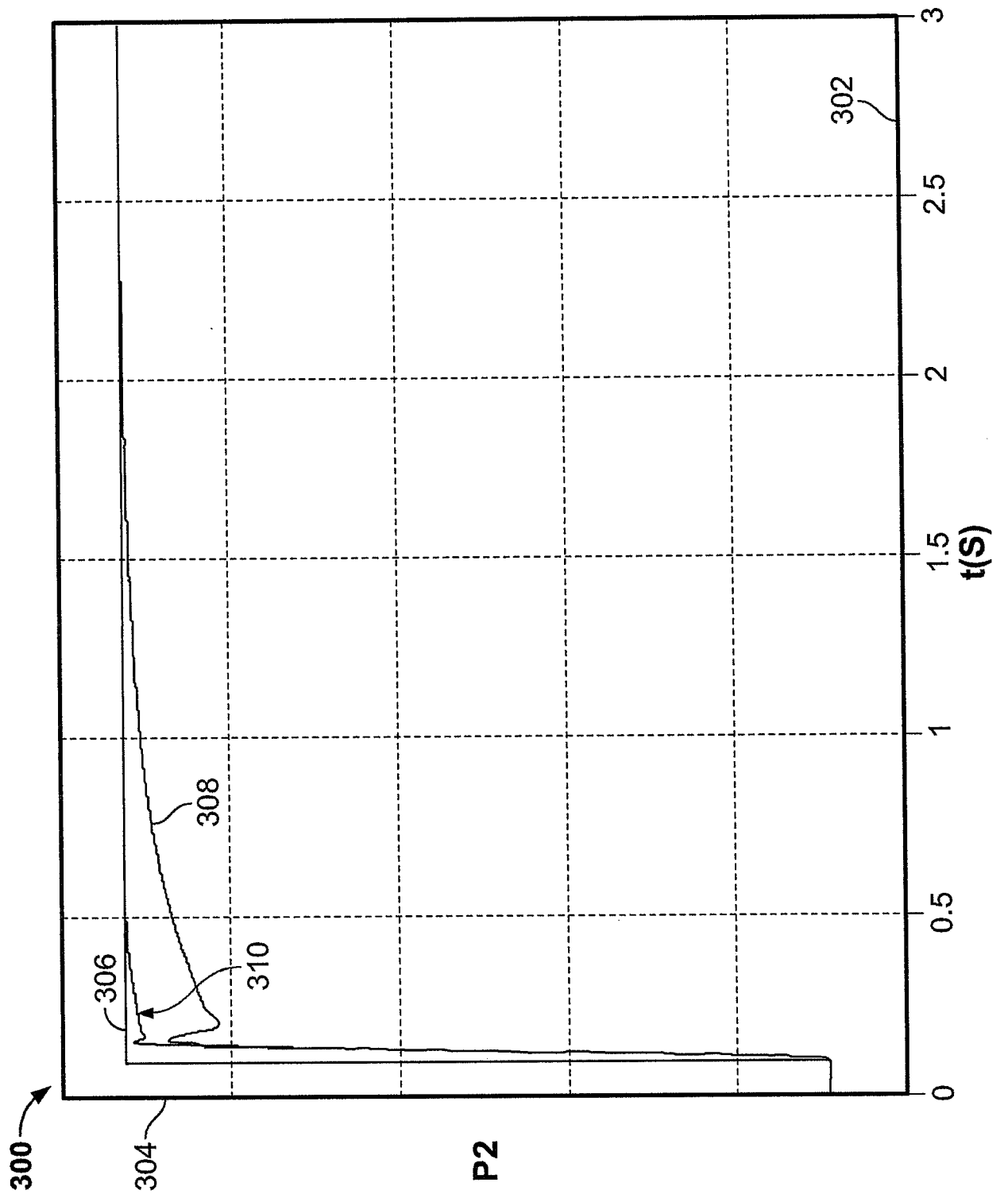


FIG. 3