

Introduzione

- **Applicazione:** Forno di sinterizzazione con doppio loop di regolazione temperatura e controllo resistenze di riscaldamento Carburo di Silicio (SiC)
- **Prodotti:** GPC Power Controller / Regolatore PID-Programmatore 1650 / Regolatore PID 650

Il processo

La sinterizzazione è un processo specifico che consente di realizzare componenti metallici partendo da miscele di polveri personalizzabili, al fine di conferire al prodotto caratteristiche particolari. Può essere applicata sia a metalli sia a polimeri. Il risultato è un manufatto con elevata precisione dimensionale e un'ottima finitura superficiale, anche nel caso di geometrie complesse.

Il processo prevede che le polveri vengano pressate all'interno di uno stampo, talvolta con l'aggiunta di leganti.

Successivamente, il materiale pressato viene estratto dallo stampo e trasferito in un forno, dove è sottoposto a un ciclo termico. In questa fase, il materiale compattato viene riscaldato per un determinato periodo a una temperatura inferiore al punto di fusione del metallo di base. L'elevata temperatura, che può superare i 1200 °C (2192 °F), provoca la saldatura delle particelle di polvere, conferendo al prodotto le caratteristiche meccaniche e metallurgiche desiderate.



Figura 1 – Esempio di prodotti sinterizzati

L'applicazione

Il forno di sinterizzazione è suddiviso in due zone a temperatura controllata, ciascuna regolata da un sistema PID. Il primo regolatore PID gestisce la generazione del setpoint (SP) per l'esecuzione del profilo termico di sinterizzazione, mentre il secondo riceve il riferimento di controllo dal primo. Questa configurazione garantisce il **sincronismo nel controllo delle due zone di riscaldamento.** Per garantire una qualità costante del prodotto, è necessaria un'elevata precisione nel controllo della sinterizzazione, ottenibile grazie a una regolazione PID accurata e a una lettura precisa della temperatura di processo.

Il riscaldamento è affidato a resistenze elettriche in carburo di silicio (SiC), che permettono di raggiungere le alte temperature richieste dal processo.

Le principali caratteristiche dei riscaldatori SiC sono:

- **Fragilità alle basse temperature:** un'eccessiva corrente in queste condizioni può generare forze elettromagnetiche tali da danneggiare l'elemento.
- **Resistività non lineare:** il valore diminuisce di circa 3-4 volte da 20 °C (60 °F) a 600-800 °C (1112-1472 °F), poi aumenta di circa 2 volte fino a 1600 °C (2912 °F).
- **Invecchiamento del materiale:** la resistenza elettrica aumenta con l'uso e può raggiungere un rapporto di 10:1.
- **Necessità di trasformatori:** a causa della bassa tensione di alimentazione, è necessario l'impiego di trasformatori (da 380/480 Vac a 70/200 Vac) per il corretto funzionamento.

Tutte queste condizioni richiedono l'uso di controllori di potenza intelligenti, progettati con funzionalità dedicate per operare in ambienti ad alte temperature e in presenza di carichi complessi.

Benefici dei prodotti

Regolatore PID-Programmatore 1650:

- Regolatore e programmatore di processo PID
- Precisione: 0.1%
- Segnali ingresso configurabili: Termocoppie (Tc), RTD, Tensione (V), Corrente (mA)
- Programmatore di setpoint (SP)
- Display LCD brillante con messaggi intuitivi a guida operatore
- Funzioni logico/Matematiche, totalizzazione, temporizzatori
- Orologio e calendario

Regolatore PID 650:

- Regolatore di processo PID
- Precisione: 0,1%
- Display LCD brillante con messaggi intuitivi a guida operatore

GPC Power Controller:

- Taglie di corrente da 30 a 600 A, disponibili in configurazioni monofase, bifase e trifase
- Modalità di controllo SCR configurabili
- Connettività: compatibile con i protocolli di campo Ethernet più diffusi
- Segnali di ingresso: manuale, 0-10 V / 4-20 mA, oppure tramite bus di campo

La soluzione

Regolazione della temperatura del forno

I regolatori 1650 e 650 soddisfano pienamente i requisiti di controllo preciso e stabile della temperatura del forno. Il regolatore 1650 gestisce i diversi profili termici (ricette) e ritrasmette il segnale di setpoint di sinterizzazione (4–20 mA) al secondo regolatore 650 (fig. 2), assicurando l'uniformità di trattamento tra le due zone del forno.

Programmatore di setpoint (rampe e mantenimento)

È possibile memorizzare fino a 16 profili di temperatura richiamabili tramite i tasti frontali dello strumento, selezione binaria tramite ingressi digitali oppure via comunicazione Modbus.

Il display grafico fornisce messaggi e istruzioni a scorrimento (fig. 4) per agevolare l'operatore nell'interazione con lo strumento e l'impianto.

Totalizzatore di energia

È disponibile un totalizzatore parziale e assoluto per la misurazione dell'energia trasferita al sistema di riscaldamento.

Controllo resistenze Carburo di Silicio (SiC)

Il **Controllore di Potenza GPC** è adatto al pilotaggio del primario del trasformatore che, attraverso il secondario, alimenta il carico trifase costituito da **resistori in SiC**.

Funzione di controllo: retroazione su corrente e potenza

Per mantenere costante la potenza trasferita al riscaldatore e proteggerlo da sovracorrenti nella fase iniziale, è previsto un avvio graduale con limitazione di corrente. Grazie al feedback su potenza e variazioni di resistenza dovute all'invecchiamento, il sistema regola corrente e tensione in base alla curva caratteristica del resistore.

Controllo del primario del trasformatore

Per evitare la corrente di spunto, che può raggiungere valori da 6 a 10 volte la corrente nominale, è integrata una funzione di trigger dedicata che inserisce un ritardo al primo ciclo, consentendo la dissipazione del magnetismo residuo.

Configurazione ottimale

Il controllo su due fasi per carichi trifase (fig. 3) rappresenta una soluzione economicamente vantaggiosa rispetto al controllo su tre fasi. Inoltre, permette di risparmiare spazio nel quadro elettrico e riduce il calore generato dai tiristori.



Figura 2 – Schema funzionale

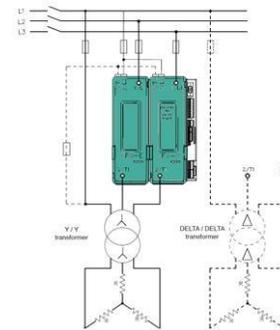


Figura 3 – Due fasi con carico trifase



Figura 4 – Display LCD regolatore 1650

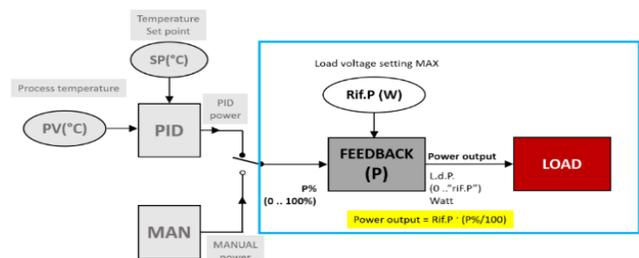


Figura 5 – Feedback di Potenza

Maggiori informazioni sul sito www.gefran.com