



GUÍA RÁPIDA DE PUESTA EN MARCHA

Variador de frecuencia — Control de presión constante con PID

Configuración de un (1) variador operando una (1) bomba centrífuga en lazo cerrado de presión, con transductor de presión y modo de hibernación (sleep / wake).

Dato	Contenido
Tipo de equipo	Variador vectorial de CA con función PID integrada
Aplicación	Presión constante en sistemas hidroneumáticos, riego y presurización de edificios
Alcance	Cableado, programación, pruebas de arranque, sintonización del lazo y diagnóstico
Dirigido a	Personal técnico calificado en instalación eléctrica industrial

1. Antes de empezar

1.1 Seguridad

PELIGRO — Riesgo de descarga eléctrica

Solo personal eléctrico calificado debe instalar, cablear o dar servicio a este equipo.

Espere mínimo 10 minutos después de desenergizar antes de abrir el variador. Los capacitores del bus de CD conservan carga letal. Verifique con multímetro que el bus (P+ / P-) esté por debajo de 36 V CD antes de tocar cualquier terminal.

Nunca conecte la alimentación de la red a las terminales U, V, W. Eso destruye el variador de manera inmediata e irreversible.

La terminal PE debe aterrizar siempre. No la use como neutro ni la comparta con el aterrizaje del blindaje de la señal analógica.

No instale contactor entre la salida del variador (U, V, W) y el motor. Si el proceso lo exige, la maniobra debe hacerse únicamente con el variador detenido.

1.2 Qué necesita tener en la mano

- Datos de placa del motor: potencia (kW o HP), voltaje, corriente nominal, frecuencia nominal y RPM nominales.
- Transductor de presión con su rango de escala (bar, kg/cm² o psi) y su tipo de señal (4-20 mA o 0-10 V CC).
- Presión de trabajo deseada (setpoint) y presión máxima admisible del sistema.
- Multímetro con escala de miliamperios de CD.
- Manómetro mecánico de referencia instalado cerca del transductor. No confíe únicamente en la lectura de la pantalla durante la puesta en marcha.
- Desarmador plano de punta fina para las terminales de control.

1.3 Llene esta tabla antes de tocar el variador

Toda la programación de los pasos siguientes depende de estos datos. Si un dato falta, deténgase y consígalo: adivinar la corriente nominal del motor es la causa número uno de fallas de sobrecarga en arranque.

Dato	Valor de placa	Parámetro destino
Potencia nominal del motor	_____ kW	F05.01
Tensión nominal del motor	_____ V	F05.02
Corriente nominal del motor	_____ A	F05.03
Frecuencia nominal del motor	_____ Hz	F05.04
Velocidad nominal del motor	_____ rpm	F05.05
Escala del transductor	0 - _____	F19.01 / F14.00
Señal del transductor	4-20 mA ☐ 0-10 V ☐	Puente J1
Presión de trabajo (setpoint)	_____	F19.02
Presión máxima del sistema	_____	F19.23

Conversión rápida de unidades

1 bar = 1.0197 kg/cm² = 14.50 psi = 10.20 m.c.a. · 1 kg/cm² = 0.9807 bar = 14.22 psi = 10 m.c.a.

Trabaje todo el proyecto en una sola unidad. Recomendación: use kg/cm² si el manómetro de campo está en kg/cm², que es lo habitual en México.

2. Cableado

2.1 Circuito de potencia

Terminal	Conexión
R, S, T	Alimentación trifásica de la red, a través de interruptor termomagnético o fusibles. En modelos G2 monofásicos se usan dos de las tres terminales según indique la etiqueta del equipo.
U, V, W	Salida al motor. Use cable con blindaje si la distancia al motor supera 30 m; aterrice el blindaje únicamente del lado del variador.
PE	Tierra física del gabinete. Conductor dedicado, nunca compartido con el neutro.
P+, P-, PB	Bus de CD y resistencia de frenado. En bombeo centrífugo normalmente no se usan y quedan libres.

Nota sobre el interruptor de entrada

Debe existir un medio de desconexión aguas arriba del variador para aislar la fuente durante mantenimiento. No dependa del botón STOP del teclado como método de aislamiento.

2.2 Terminales de control

La tarjeta de control tiene las siguientes terminales. Los equipos por debajo de 5.5 kW no traen DI6, AO2, DO1 ni CME.

Terminal	Función	Uso en presión constante
+10 V	Fuente de referencia para potenciómetro (1 kΩ - 5 kΩ)	Solo si usa transductor de 3 hilos alimentado a 10 V
AI1	Entrada analógica 1 — 0-10 V CC o 0-20 mA	Retroalimentación de presión. Es la entrada que usaremos.
AI2	Entrada analógica 2 — 0-10 V CC o 0-20 mA	Libre. Reserva para un segundo sensor o setpoint remoto.
GND	Común de las señales analógicas	Retorno del transductor
+24 V / COM	Fuente auxiliar de 24 V CD para entradas digitales	Alimentación del transductor de 2 hilos y de los contactos secos
DI1 ... DI6	Entradas digitales, 10-30 V	DI1 = marcha. Las demás según necesidad de obra.
AO1 / AO2	Salidas analógicas 0-10 V o 0-20 mA	Opcional: envío de la frecuencia o la presión a un tablero o PLC
T1A / T1B / T1C	Salida de relevador 1	Lámpara o señal de "bomba operando"
T2A / T2C	Salida de relevador 2	Lámpara o señal de "falla"
A / B	Puerto RS485	Modbus. No se usa en este esquema de un solo variador.

2.3 Puentes (jumpers) de la tarjeta

Este es el punto donde más se atoran los arranques. El puente debe coincidir con el tipo de señal del transductor, o la lectura de presión simplemente no aparece.

Puente	Selecciona	Posición requerida
J1	Tipo de señal de AI1	Posición V para transductor de 0–10 V (posición de fábrica). Posición I para transductor de 4–20 mA.
J2	Tipo de señal de AI2	Sin uso en este esquema. Déjelo como viene.
J3 / J4	Tipo de señal de AO1 / AO2	Solo si va a usar salidas analógicas.
J7	Fuente de alimentación de las entradas digitales	Déjelo en la posición de fábrica cuando use los 24 V internos del variador.
J8 / J14 / J15	Referencia de tierra de la señal digital y analógica	Posición de fábrica. Solo se modifica si hay problemas de ruido con fuente externa.

Si mueve J1 a la posición I, tiene que ajustar F14.00

Con el puente en corriente, el variador convierte internamente 0–20 mA a una escala equivalente de 0–10 V. Por lo tanto 4 mA equivalen a 2.00 V.

Para un transductor de 4–20 mA, el límite inferior de AI1 debe programarse como $F14.00 = 2.00$ V. Si lo deja en 0.00, el variador leerá presión positiva cuando en realidad hay cero, y la bomba nunca alcanzará el setpoint.

2.4 Conexión del transductor de presión

Transductor de 2 hilos, 4–20 mA, alimentado a 24 V CD

Es el arreglo más común y el que recomendamos. El lazo se cierra por la propia entrada analógica.

Hilo del transductor	Terminal	Observación
+ (alimentación)	+24 V	Fuente interna del variador
- (señal / lazo)	AI1	La corriente del lazo entra por AI1
Blindaje	PE del gabinete	Aterrizado en un solo extremo

Transductor de 3 hilos, 0–10 V CD

Hilo del transductor	Terminal	Observación
+ V alimentación	+10 V o +24 V	Según lo que pida el sensor. Revise su placa.
Señal	AI1	Puente J1 en posición V
Común	GND	Común analógico, no COM

Ruteo del cable de señal

El cable del transductor va en canaleta separada del cable del motor. Si tienen que cruzarse, que sea a 90 grados. Un cable de señal amarrado junto al cable de salida del variador produce lecturas de presión que brincan y un PID que nunca estabiliza.

Use cable blindado de par trenzado, calibre 18 o 20 AWG.

2.5 Entradas digitales

Con la macro de presión constante cargada, el variador queda esperando el comando de marcha por terminal. El arreglo mínimo es un contacto seco entre DI1 y COM.

Terminal	Función	Descripción
DI1	Marcha adelante	Contacto cerrado = bomba en automático. Contacto abierto = paro. Puede ser un selector Manual-0-Automático, un presostato de bajo nivel de cisterna o el contacto de un flotador.
DI2	Reversa	En bombeo se deja sin uso. Ver el paso de bloqueo de reversa en la sección 4.
DI3 / DI4	Libres	Función 39 o 40 (falla externa) para nivel bajo de cisterna; función 12 para reseteo remoto de falla.
DI5	Libre	Función 27 (pausa PID) para pasar a velocidad fija manual, o función 25 para conmutar a un segundo setpoint de presión.
COM	Común digital	Retorno de todos los contactos secos

Protección por bajo nivel de cisterna

La forma limpia de proteger la bomba contra marcha en seco es un flotador o electrodo en la cisterna cableado a DI1 en serie con el selector de automático: si no hay agua, no hay marcha. La protección por subcarga del variador (sección 4, paso 9) es un respaldo, no el método principal.

3. Uso del teclado

El variador organiza su programación en tres niveles: grupo de función (F00, F01, F19...), número de parámetro dentro del grupo, y valor del parámetro.

Tecla	Función
PRG	Entra y sale del menú. Mantenido 3 segundos entra al modo de parámetros de usuario (visualización uXX.XX).
ENT	Avanza al siguiente nivel del menú y confirma el valor programado.
▲ / ▼	Incrementa o disminuye el código de función o el valor. Estando en pantalla de operación con el PID activo, ajusta directamente el setpoint de presión.
>>	Desplaza el dígito que se está editando. En pantalla de operación, recorre las variables de monitoreo.
RUN	Arranca el variador cuando el comando está en modo teclado.
STOP / RESET	Detiene el variador y resetea fallas.
S	Tecla multifunción, definida en F10.00.

3.1 Cómo modificar un parámetro

1. Presione PRG. Aparece el grupo de función, por ejemplo F00.
2. Con ▲ / ▼ seleccione el grupo deseado, por ejemplo F19. Presione ENT.
3. Con ▲ / ▼ seleccione el número de parámetro, por ejemplo F19.02. Presione ENT. Ahora se muestra el valor actual.
4. Con >> elija el dígito y con ▲ / ▼ cámbielo.
5. Presione ENT para guardar. La pantalla regresa al número de parámetro, listo para el siguiente.
6. Presione PRG las veces necesarias para volver a la pantalla de operación.

Si un parámetro no acepta el cambio

Hay parámetros que el equipo no permite modificar con el motor girando; deténgalo y vuelva a intentar. Si el parámetro sigue bloqueado, revise F00.06 (protección de parámetros) y F00.08 (contraseña de usuario).

4. Procedimiento de puesta en marcha

Ejecute los pasos en este orden. El orden importa: cargar la macro después de programar el motor borraría el trabajo.

Paso 1 — Inicialización de fábrica

Con el variador energizado y detenido, programe:

Parámetro	Valor	Qué hace
F00.10	3	Inicializa todos los parámetros a valores de fábrica. Elimina cualquier configuración previa de banco de pruebas o de otra obra.

El parámetro regresa solo a 0 cuando termina. Esto es normal.

Paso 2 — Cargar la macro de presión constante

Parámetro	Valor	Qué hace
F00.10	4	Carga la macro de aplicación de suministro de agua a presión constante.

Esta macro deja precargados los siguientes valores. Verifíquelos uno por uno; son su punto de partida y varios se ajustarán en pasos posteriores.

Parámetro	Valor	Significado
F01.00	8	Fuente de frecuencia = salida del control PID
F01.10	20.00 Hz	Frecuencia límite inferior
F02.00	2	Comando de marcha por terminal, con STOP del teclado habilitado
F10.01	273	Pantalla en operación: frecuencia de salida, corriente de salida y referencia PID
F10.06	24	Renglón auxiliar muestra la retroalimentación PID (parámetro F99.24)
F19.19	30.00 Hz	Frecuencia de hibernación (dormido)
F19.21	90.0 %	Valor de activación (despertar)
F19.30	2	Dos decimales en el rango PID

El STOP del teclado sigue vivo

Con F02.00 = 2 el arranque es por terminal pero la tecla STOP del teclado sigue deteniendo el equipo. Es lo que queremos durante la puesta en marcha. Si en la obra final necesita que nadie pueda parar la bomba desde el frente del tablero, cambie a F02.00 = 1.

Paso 3 — Adecuar el equipo a la red de 60 Hz

Este paso no es opcional en México

El variador sale de fábrica configurado para 50 Hz. Si lo deja así, la bomba nunca llegará a su velocidad nominal, entregará aproximadamente 17 % menos de flujo y su curva no coincidirá con la del catálogo.

Parámetro	Valor	Qué hace
F01.07	60.00 Hz	Frecuencia máxima de salida
F01.09	60.00 Hz	Frecuencia límite superior
F01.10	30.00 Hz	Frecuencia límite inferior. La macro lo deja en 20 Hz; en la mayoría de bombas centrífugas, por debajo de 30 Hz la carga no genera columna suficiente y el equipo solo consume energía. Ajústelo a la frecuencia mínima real de su bomba.
F00.01	0	Modo de control V/F. Es el modo correcto para carga centrífuga y el más tolerante a variaciones de cableado.

Paso 4 — Datos del motor

Transcriba la placa del motor, dato por dato. No copie los valores del catálogo de la bomba: use la placa física del motor instalado.

Parámetro	Valor	Qué hace
F05.00	0	Motor asíncrono ordinario
F05.01	de placa	Potencia nominal en kW. Si la placa está en HP: $\text{kW} = \text{HP} \times 0.746$
F05.02	de placa	Tensión nominal en V
F05.03	de placa	Corriente nominal en A. Es el dato crítico para la protección térmica.
F05.04	60.00 Hz	Frecuencia nominal del motor
F05.05	de placa	Velocidad nominal en rpm (por ejemplo 3450 o 1750)

Paso 5 — Autoajuste del motor

El autoajuste mide la resistencia e inductancia reales del motor y del cable. Mejora notablemente la estabilidad a baja frecuencia y la exactitud de la protección de sobrecarga.

Parámetro	Valor	Cuándo usarlo
F05.26	2	Autoajuste estático. Es el que se usa en bombeo: el motor está acoplado a la bomba y no puede girar libre.
F05.26	1	Autoajuste de rotación. Solo si el motor está desacoplado de la bomba. Da mejores resultados pero rara vez es posible en campo.

Después de programar el valor, presione RUN. La pantalla indica el proceso y el variador se detiene solo al terminar. Si aparece la falla E.TUE, revise que los datos de placa estén bien capturados y que la capacidad del variador corresponda a la del motor.

Paso 6 — Escalar la entrada analógica

Aquí le decimos al variador cómo traducir la señal eléctrica del transductor a un porcentaje de presión.

Parámetro	Valor	Qué hace
F14.00	2.00 V	Límite inferior de AI1 para señal de 4–20 mA. Si su transductor es de 0–10 V, deje 0.00 V.
F14.01	0.0 %	Porcentaje correspondiente al límite inferior
F14.06	10.00 V	Límite superior de AI1
F14.07	100.0 %	Porcentaje correspondiente al límite superior

Parámetro	Valor	Qué hace
F14.08	0.300 s	Filtro de entrada de AI1. Súbalo si la lectura de presión brinca; bájelo si el sistema responde lento.

Verifique el escalado antes de seguir

Con el sistema despresurizado, el monitor F99.24 (retroalimentación PID) debe leer cero o muy cerca de cero. Si lee 20 %, el puente J1 o el parámetro F14.00 están mal.

Presurice manualmente y compare F99.24 contra el manómetro mecánico. Las dos lecturas deben coincidir. No avance hasta que coincidan.

Paso 7 — Configuración del PID

Parámetro	Valor	Qué hace
F19.00	01	Unidades = 1: referencia por ajuste digital F19.02. Decenas = 0: retroalimentación por AI1. Este es el valor que necesita para presión constante con setpoint desde el teclado.
F19.30	2	Dos decimales. La pantalla mostrará por ejemplo 4.50
F19.01	escala del sensor	Rango PID. Es la escala completa del transductor expresada en cuentas. Ver el ejemplo de abajo.
F19.02	setpoint	Presión de trabajo, en las mismas cuentas que F19.01
F19.04	0	Salida PID positiva: si la presión baja, la frecuencia sube. Es la acción correcta para presurizar.
F19.05	20.0 %	Ganancia proporcional P1 — punto de partida
F19.06	2.0 s	Tiempo integral I1 — punto de partida
F19.07	0.00 s	Tiempo derivativo D1. Déjelo en cero. En presión de agua el derivativo casi siempre desestabiliza.
F19.11	0.10 s	Filtro de la retroalimentación PID
F19.12	0.10 s	Filtro de la salida PID

Ejemplo trabajado del rango y el setpoint

Transductor de 0 a 10 kg/cm², setpoint deseado de 4.5 kg/cm²:

- F19.30 = 2 → dos decimales
- F19.01 = 1000 → la pantalla lo interpreta como 10.00, que es la escala completa del sensor
- F19.02 = 450 → la pantalla lo interpreta como 4.50, que es el setpoint

Transductor de 0 a 16 bar, setpoint de 6.0 bar:

- F19.30 = 2 · F19.01 = 1600 (16.00) · F19.02 = 600 (6.00)

Ajuste del setpoint sin entrar al menú

Con la referencia PID en modo digital, estando en la pantalla de operación basta presionar ▲ o ▼ para subir o bajar la presión de trabajo, tanto con la bomba corriendo como detenida. Es la forma práctica de afinar la presión frente al cliente sin navegar el menú.

También puede mantener PRG por 3 segundos para entrar al modo de parámetros de usuario (uXX.XX), que muestra directamente los parámetros relacionados con presión constante.

Paso 8 — Hibernación (dormido y despertar)

Sin esta función la bomba se queda girando a frecuencia mínima toda la noche aunque nadie abra una llave. Es la diferencia entre una instalación bien hecha y una que solo "funciona".

Parámetro	Valor	Qué hace
F19.19	30.00 Hz	Frecuencia de hibernación. Cuando el PID lleva la salida por debajo de este valor, arranca el conteo para dormir.
F19.20	30.0 s	Tiempo de retardo de hibernación. Cuanto más largo, menos arranques y paros; cuanto más corto, más ahorro. 20 a 30 s es un buen rango.
F19.21	90.0 %	Valor de activación. La bomba despierta cuando la presión cae a este nivel.
F19.22	0.5 s	Retardo de activación. Manténgalo corto para que el usuario no perciba demora al abrir una llave.
F19.25	0.0 %	Desviación forzada de sueño. Función avanzada; déjela en cero.
F19.26	0.0 s	Tiempo de retraso del sueño forzado. Déjelo en cero.

Verifique en campo el punto de despertar

F19.21 se expresa en porcentaje. Confirme empíricamente contra qué se referencia en su equipo: cierre todas las salidas, deje dormir la bomba, y abra una llave lentamente anotando a qué presión del manómetro arranca. Ajuste F19.21 hasta que despierte a la presión que usted quiere.

Si la bomba arranca y para repetidamente cada pocos segundos, el tanque precargado es insuficiente o F19.21 está demasiado cerca del setpoint. Baje F19.21 y suba F19.20.

El tanque precargado no es opcional

La hibernación necesita un tanque hidroneumático que sostenga la presión mientras la bomba está dormida. Precárguelo a aproximadamente el 70 % de la presión de arranque, con el sistema despresurizado. Sin tanque, la bomba entrará en ciclado permanente por más que ajuste los parámetros.

Paso 9 — Protecciones

Parámetro	Valor	Qué hace
F02.14	1	Marcha atrás desactivada. Impide que la bomba gire en reversa por un comando accidental.
F02.09	0	Modo de paro por desaceleración. Reduce el golpe de ariete respecto al paro por inercia.
F03.00	10.0 s	Tiempo de aceleración 1
F03.01	20.0 s	Tiempo de desaceleración 1. Más largo que la aceleración, para proteger la tubería del golpe de ariete.

Parámetro	Valor	Qué hace
F29.02	1	Protección de sobrecarga del motor activada
F29.03	100	Ganancia de la protección de sobrecarga. Si el motor es más chico que la capacidad del variador, ajústela proporcionalmente.
F29.07	1	Protección contra subcarga activada. Es su red de seguridad contra marcha en seco y pérdida de cebado.
F29.08	30 %	Nivel de detección de subcarga. Punto de partida; calíbrelo midiendo la corriente real de la bomba operando en seco.
F29.09	10.0 s	Tiempo de detección de subcarga
F19.27	2.0 %	Nivel de detección de retroalimentación fuera de línea. Detecta cable de transductor cortado.
F19.28	10.0 s	Tiempo de detección de retroalimentación fuera de línea
F19.29	0	Acción al perder la señal: alarma E.PID y paro libre. Es lo correcto: sin sensor, el PID mandaría la bomba a 60 Hz contra una válvula cerrada.

Calibre la protección contra marcha en seco con datos reales

El valor de 30 % es un punto de partida, no una receta. La forma correcta: con la bomba cebada y operando en su punto de trabajo, anote la corriente de salida en pantalla. Después provoque una condición de descebado controlado y anote la corriente. Programe F29.08 en un punto intermedio, más cerca del valor en seco.

Si la protección dispara con el sistema operando normalmente, el nivel está demasiado alto.

Paso 10 — Pantalla y señalización

Parámetro	Valor	Qué hace
F10.01	273	Variables visibles en operación: frecuencia de salida, corriente de salida y referencia PID. Recorra con la tecla >>.
F10.06	24	Renglón auxiliar: retroalimentación PID (F99.24). Es la presión real, la variable que más va a mirar.
F12.03	1	Relevador T1 = variador en funcionamiento. Lámpara verde de "bomba operando".
F12.04	7	Relevador T2 = falla del variador. Lámpara roja o señal a tablero.
F12.03	21	Alternativa: T1 = PID en reposo, si prefiere una lámpara de "sistema dormido".

Parámetros de monitoreo útiles durante el arranque: F99.23 muestra la referencia PID y F99.24 la retroalimentación PID.

5. Pruebas de arranque

5.1 Prueba en manual, sin PID

Antes de cerrar el lazo, confirme que la parte electromecánica está sana. Nunca arranque directo en automático.

7. Cierre parcialmente la válvula de descarga.
8. Programe temporalmente F01.00 = 0 (frecuencia digital por teclado) y F02.00 = 0 (comando por teclado).
9. Programe F01.05 = 20.00 Hz y presione RUN.
10. Verifique el sentido de giro del motor. Si gira al revés, detenga el equipo, desenergice, espere los 10 minutos y permute dos de los tres conductores en U, V, W. No corrija el sentido de giro con parámetros de reversa.
11. Suba gradualmente la frecuencia con ▲ hasta 60 Hz, observando la corriente de salida en pantalla. No debe superar la corriente nominal de placa.
12. Abra la válvula de descarga y verifique que la presión sube en el manómetro conforme sube la frecuencia. Compare siempre contra F99.24.
13. Presione STOP. Regrese F01.00 = 8 y F02.00 = 2.

5.2 Prueba en automático con PID

14. Confirme que el setpoint F19.02 está en el valor deseado.
15. Cierre el contacto de DI1 a COM. La bomba debe arrancar y acelerar.
16. Observe cómo la presión se aproxima al setpoint. Si sobrepasa y luego cae repetidamente, pase a la sección 6 de sintonización.
17. Cierre todas las salidas de agua. La frecuencia debe caer, y al pasar el tiempo de F19.20 la bomba debe dormirse.
18. Abra una llave. La bomba debe despertar en cuestión de un segundo.
19. Repita el ciclo dormir–despertar al menos tres veces para confirmar que es consistente.
20. Simule la pérdida del sensor desconectando un hilo del transductor. Después de F19.28 el variador debe disparar E.PID y detener la bomba. Reconecte y resetee.

Registre los valores finales

Al terminar, anote en la hoja de la sección 8 los valores con los que quedó el equipo. Cuando dentro de un año alguien mueva un parámetro sin saber, esa hoja es lo único que le va a permitir regresar a un sistema funcionando.

6. Sintonización del PID en campo

El PID solo tiene dos parámetros que va a mover en bombeo de agua: la ganancia proporcional F19.05 y el tiempo integral F19.06. El derivativo F19.07 se queda en cero.

6.1 Qué hace cada uno

Parámetro	Comportamiento
F19.05 — Ganancia proporcional (P)	Determina qué tan agresivo reacciona el variador a la diferencia entre la presión deseada y la real. Más alto = respuesta más rápida, pero también más tendencia a oscilar. Más bajo = respuesta suave pero lenta.
F19.06 — Tiempo integral (I)	Determina en cuánto tiempo elimina el error residual. Valor más chico = corrige más rápido, mayor riesgo de oscilación. Valor más grande = llega al setpoint despacio pero estable.
F19.07 — Tiempo derivativo (D)	Anticipa la velocidad de cambio del error. En agua, donde la señal siempre trae algo de ruido, amplifica ese ruido y desestabiliza el lazo. Déjelo en 0.00.

6.2 Método de ajuste

21. Arranque con F19.05 = 20.0 % y F19.06 = 2.0 s.
22. Provoque un cambio de demanda: abra una llave de golpe y observe cómo responde la presión.
23. Si la respuesta es demasiado lenta, suba F19.05 de 5 en 5 por ciento hasta que responda con agilidad.
24. Cuando empiece a oscilar, baje F19.05 aproximadamente un 30 % respecto al valor donde apareció la oscilación.
25. Si después de responder queda un error permanente (se estabiliza por debajo del setpoint), baje F19.06 de 0.5 en 0.5 segundos.
26. Si empieza a oscilar lentamente, con periodos de varios segundos, suba F19.06.
27. Repita las pruebas con distintas demandas: una sola llave, media instalación, demanda máxima.

6.3 Diagnóstico por síntoma

Síntoma	Causa probable	Acción
La presión oscila rápido, la frecuencia sube y baja constantemente	Ganancia proporcional demasiado alta	Baje F19.05
La presión oscila lento, con periodos largos	Tiempo integral demasiado corto	Suba F19.06
Tarda mucho en llegar al setpoint	Ganancia baja o integral demasiado largo	Suba F19.05, luego baje F19.06
Se estabiliza por debajo del setpoint y ahí se queda	Integral demasiado largo, o la bomba llegó a 60 Hz y ya no da más	Baje F19.06. Si ya está en 60 Hz, el problema es hidráulico, no de programación.
Sobrepasa el setpoint al arrancar y luego se acomoda	Aceleración demasiado rápida	Suba F03.00, o use F19.17 y F19.18 para prellenado
La lectura de presión brinca en la pantalla	Ruido eléctrico en el cable de señal	Revise blindaje y ruteo. Suba F14.08 y F19.11.
Arranca y para cada pocos segundos	Tanque insuficiente o punto de despertar muy cercano al setpoint	Revise precarga del tanque. Baje F19.21 y suba F19.20.

Prellenado de tubería (opcional)

En instalaciones donde la tubería queda vacía, un arranque directo con PID produce un pico de presión al llenarse. F19.17 fija un valor preestablecido de salida y F19.18 el tiempo que lo sostiene antes de entregar el control al PID. Úselo para llenar la línea a velocidad controlada y luego cerrar el lazo.

7. Diagnóstico de fallas

Códigos que verá con más frecuencia en una instalación de presión constante.

Código	Falla	Qué revisar
E . PID	Retroalimentación PID fuera de línea	Cable del transductor cortado, flojo o mal aterrizado. Transductor dañado. Puente J1 en la posición equivocada. Revise que F99.24 muestre lectura coherente.
E . OC1 / E . OC2 / E . OC3	Sobrecorriente en aceleración, desaceleración o régimen	Tiempo de aceleración demasiado corto (suba F03.00). Bomba trabada u obstruida. Cortocircuito en el cable de salida o en el motor. Variador subdimensionado.
E . OL1	Sobrecarga del variador	Carga demasiado alta para el equipo. Verifique la selección del variador contra la corriente del motor.
E . OL2	Sobrecarga del motor	Revise F05.03 y F29.03. Bomba operando fuera de curva, impulsor rozando o motor dañado.
E . LL	Subcarga del motor	Bomba descebada, cisterna vacía o succión obstruida. Si es falsa alarma, ajuste F29.08.
E . OU1 / E . OU2 / E . OU3	Sobretensión	Tensión de red alta. Desaceleración demasiado rápida: suba F03.01.
E . LU	Subtensión	Tensión de alimentación baja o caída de línea. Revise calibre de conductores y balance de fases.
E . SPI	Pérdida de fase de entrada	Fusible abierto, fase caída o terminal floja en R, S, T.
E . SP0	Pérdida de fase de salida	Conductor abierto entre el variador y el motor, o bobinado del motor abierto.
E . OH	Sobrecalentamiento del variador	Ventilador sucio o detenido, filtros del gabinete tapados, temperatura ambiente elevada.
E . TUE	Falla de autoajuste	Datos de placa mal capturados o desproporción entre motor y variador.
E . ERH	Cortocircuito a tierra	Aislamiento del motor o del cable degradado. Mida resistencia de aislamiento antes de reenergizar.

El historial de fallas se consulta en el grupo F98. Es la primera parada cuando le reportan una falla intermitente que ya se reseteó.

8. Hoja de registro de puesta en marcha

Llene esta hoja al terminar y déjela dentro del tablero.

Campo	Dato
Obra / cliente	
Fecha de puesta en marcha	
Técnico responsable	
Modelo del variador	
Número de serie	
Modelo de la bomba	
Transductor: marca y rango	

Parámetros con los que quedó el equipo

Parámetro	Descripción	Valor final	Fecha de cambio
F00.01	Modo de control de motor		
F01.00	Fuente de frecuencia	8	
F01.07	Frecuencia máxima	60.00 Hz	
F01.09	Límite superior	60.00 Hz	
F01.10	Límite inferior		
F02.00	Canal de comando	2	
F03.00	Tiempo de aceleración		
F03.01	Tiempo de desaceleración		
F05.01	Potencia del motor		
F05.02	Tensión del motor		
F05.03	Corriente del motor		
F05.04	Frecuencia del motor	60.00 Hz	
F05.05	Velocidad del motor		
F14.00	Límite inferior de AI1		
F14.08	Filtro de AI1		
F19.00	Fuente de referencia y retroalimentación	01	
F19.01	Rango PID		
F19.02	Setpoint de presión		
F19.05	Ganancia proporcional		
F19.06	Tiempo integral		
F19.19	Frecuencia de hibernación		
F19.20	Retardo de hibernación		
F19.21	Valor de activación		

Parámetro	Descripción	Valor final	Fecha de cambio
F19.30	Decimales del rango PID	2	
F29.03	Ganancia de sobrecarga		
F29.08	Nivel de subcarga		

Pruebas verificadas

Prueba	Resultado
Sentido de giro correcto	☐ OK
Corriente a 60 Hz dentro de placa	☐ OK
Lectura de presión coincide con manómetro mecánico	☐ OK
PID alcanza y sostiene el setpoint sin oscilar	☐ OK
Hibernación: la bomba duerme sin demanda	☐ OK
Despertar: la bomba arranca al abrir una llave	☐ OK
Falla E.PID al desconectar el transductor	☐ OK
Protección de subcarga verificada	☐ OK
Precarga del tanque hidroneumático verificada	☐ OK
Parámetros respaldados (F00.05 = 4)	☐ OK

Respalde la configuración antes de irse de la obra

Con F00.05 = 4 el variador copia todos los parámetros, incluidos los del motor, a la memoria del panel de control. Si el equipo se daña, la reconfiguración del reemplazo toma minutos en lugar de horas.