

```
////////////////////////////////////
```

```
// Control PID //
```

```
// C(s) = K * (1 + 1/(Ti.s) + Td.s) //
```

```
////////////////////////////////////
```

```
// Temperatura deseada en °C.
```

```
// Cambiar según su diseño.
```

```
double SetPointInitial = 400; // Temperatura inicial
```

```
double SetPointHold = 400; // Temperatura de mantenimiento
```

```
unsigned long DurationInitial = 2 * 60 * 60 * 1000; // 2 horas en milisegundos
```

```
unsigned long DurationHold = 30 * 60 * 1000; // 30 minutos en milisegundos
```

```
// Constantes del PID Digital.
```

```
// Cambiar según su diseño.
```

```
double K = 0.11 * (0.3 * 358 / (1.6 * 30)); // K del PID
```

```
double Ti = 8 * 30; // Ti del PID
```

```
double Td = 0.25 * Ti; // Td del PID
```

```
double Ts = 2; // Periodo de Muestreo en Seg.
```

```
float SensorTemp = 0;
```

```
double VarProceso = 0;
```

```
double CicloTrabajo = 10;
```

```
double PeriodoMS = Ts * 1000;
```

```
double TiempoON;
```

```
double TiempoOFF;
```

```
double SenalEsfuerzo = 0;
```

```
double e = 0;
```

```
double et0 = 0;
```

```
double up = 0;
```

```
double ui = 0;

double ud = 0;

double uit0 = 0;

unsigned long startTime;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(10, OUTPUT);
  startTime = millis(); // Guarda el tiempo de inicio
}

void loop() {
  unsigned long currentTime = millis();
  unsigned long elapsedTime = currentTime - startTime;

  if (elapsedTime < DurationInitial) {
    // Fase de calentamiento inicial
    SetPoint = SetPointInitial;
  } else if (elapsedTime < DurationInitial + DurationHold) {
    // Fase de mantenimiento de temperatura
    SetPoint = SetPointHold;
  } else {
    // Tiempo total transcurrido, apaga el horno
    digitalWrite(10, LOW);
    return;
  }

  SensorTemp = analogRead(0) * 5 / (0.01 * 1023);
```

```
VarProceso = SensorTemp;

Serial.println(" ");
Serial.print("Temperatura=");
Serial.print(VarProceso);
Serial.print("\t Esfuerzo=");
Serial.print(SenalEsfuerzo);
Serial.print("\t Tiempo On=");
Serial.print(TiempoON);
Serial.print("\t Tiempo Off=");
Serial.print(TiempoOFF);

e = SetPoint - VarProceso;
up = K * e;
ui = uit0 + (K * Ts / Ti) * e;
ud = (K * Td / Ts) * (e - et0);
SenalEsfuerzo = up + ui + ud;
uit0 = ui;
et0 = e;

if (SenalEsfuerzo < 0) {
    SenalEsfuerzo = 0;
}
if (SenalEsfuerzo > 100) {
    SenalEsfuerzo = 100;
}

CicloTrabajo = SenalEsfuerzo;
```

```
TiempoON = (CicloTrabajo / 100) * PeriodoMS;  
TiempoOFF = (1 - CicloTrabajo / 100) * PeriodoMS;  
digitalWrite(10, HIGH);  
delay(TiempoON);  
digitalWrite(10, LOW);  
delay(TiempoOFF);  
}
```