

SOFTWARE COMPLETO DEL SISTEMA

```
//Pines E/S Mini-bombas
#define fucsina 7
#define agua 8
#define azul_metileno 9
#define alcohol_acido 10

//Pines Control de Temperatura
#define cruce_por_cero 2
#define disparo 1
#define LM35 A0

//pulsador
#define p_arranque 3

//motor a pasos
#define pasos 4
#define direccion 5
#define fin_carrera 6
#define ms1 A1
#define ms2 A2
#define ms3 A3

//temperatura
float temperatura_deseada = 90.0;
int angulo_maximo = 6500;
int angulo_minimo = 1000;
int error_minimo = 0;
int error_maximo = 10;
float m = (angulo_maximo - angulo_minimo) / (error_minimo - error_maximo);
float b = angulo_minimo - m * error_maximo;
float esc, temperatura_actual, error_temperatura;
int medicion;
int angulo_disparo = 1000;

//posiciones
int posicion_insercion = 10700;
int posicion_fucsina = 3900;
int posicion_azul = 4100;
int posicion_alcohol = 2500;
int posicion_enjuague = 1600;
int posicion_calentamiento = 2300;
int posicion_microscopio = 9000;

//Variables
int SP_posicion, PV_posicion, error_posicion, num_pasos;
int t = 500;
int tbombeo = 50;
int reactivo;
char dato = '0';
long tiempo_anterior;

void setup() {
    pinMode(fucsina, OUTPUT);
    pinMode(agua, OUTPUT);
    pinMode(azul_metileno, OUTPUT);
```

```

pinMode(alcohol_acido, OUTPUT);
pinMode(pasos, OUTPUT);
pinMode(direccion, OUTPUT);
pinMode(ms1, OUTPUT);
pinMode(ms2, OUTPUT);
pinMode(ms3, OUTPUT);
digitalWrite(ms1, HIGH);
digitalWrite(ms2, HIGH);
digitalWrite(ms3, LOW);
pinMode(p_arranque, INPUT);
digitalWrite(p_arranque, HIGH);
pinMode(fin_carrera, INPUT);
digitalWrite(fin_carrera, HIGH);
pinMode(cruce_por_cero, INPUT);
digitalWrite(cruce_por_cero, HIGH);
pinMode(disparo, OUTPUT);
PV_posicion = 0.00;
}

void insercion_de_muestras(){
  SP_posicion = posicion_insercion;
  num_pasos = SP_posicion;
  digitalWrite(direccion, HIGH);
  for(int i = 0; i <= num_pasos; i++){
    digitalWrite(pasos, HIGH);
    delayMicroseconds(t);
    digitalWrite(pasos, LOW);
    delayMicroseconds(t);
  }
}

void referencia(){
  digitalWrite(direccion, LOW);
  while(digitalRead(fin_carrera) == LOW){
    digitalWrite(pasos, HIGH);
    delayMicroseconds(t);
    digitalWrite(pasos, LOW);
    delayMicroseconds(t);
  }
}

//interrupcion de cruce por cero
void Shotter() {
  delayMicroseconds(angulo_disparo);
  digitalWrite(disparo, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(disparo, LOW);
}

void secado() {
  tiempo_anterior = millis();
  while(millis() - tiempo_anterior <= 60000){
    medicion = analogRead(LM35);
    esc = 5.0*medicion*1000.0/1024.0;
    temperatura_actual = esc/10.0;
    delay(250);
    error_temperatura = temperatura_deseada - temperatura_actual;
  }
}

```

```

//control proporcional
if (error_temperatura >= error_maximo){
    angulo_disparo = angulo_minimo;
}
else if (error_temperatura < error_maximo && error_temperatura > error_minimo) {
    angulo_disparo = m * error_temperatura + b;
}
else{
    angulo_disparo = angulo_maximo;
}
}
detachInterrupt(0);
}

```

```

void dispensado_de_reactivo(){
    delay(500);
    digitalWrite(reactivo, HIGH);
    delay(1500);
    SP_posicion = 2000;
    digitalWrite(direccion, LOW);
    desplazar_a_posicion();
    digitalWrite(reactivo, LOW);
}

```

```

void enjuague(){
    delay(1000);
    digitalWrite(reactivo, HIGH);
    delay(2500);
    digitalWrite(reactivo, LOW);
    delay(500);
}

```

```

void dispensado_alcohol(){
    reactivo = alcohol_acido;
    dispensado_de_reactivo();
}

```

```

void dispensado_azul_metileno(){
    reactivo = azul_metileno;
    dispensado_de_reactivo();
}

```

```

void desplazar_a_posicion(){
    num_pasos = SP_posicion;
    for(int i = 0; i <= num_pasos; i++){
        digitalWrite(pasos, HIGH);
        delayMicroseconds(t);
        digitalWrite(pasos, LOW);
        delayMicroseconds(t);
    }
}

```

```

void microscopio(){
    SP_posicion = posicion_microscopio;
    num_pasos = SP_posicion;
    digitalWrite(direccion, HIGH);
    for(int i = 0; i <= num_pasos; i++){

```

```

    digitalWrite(pasos, HIGH);
    delayMicroseconds(t);
    digitalWrite(pasos, LOW);
    delayMicroseconds(t);
}
}

void loop() {
    referencia();
    delay(3000);
    insercion_de_muestras();
    while(digitalRead(p_arranque)==HIGH){}
    delay(1000);
    SP_posicion = posicion_fucsina;
    digitalWrite(direccion, LOW);
    desplazar_a_posicion();

    reactivo = fucsina;
    dispensado_de_reactivo();
    delay(3000);

    SP_posicion = posicion_calentamiento;
    digitalWrite(direccion, LOW);
    desplazar_a_posicion();
    attachInterrupt(0, Shotter, FALLING);
    secado();
    delay(1000);

    SP_posicion = posicion_enjuague;
    digitalWrite(direccion, HIGH);
    desplazar_a_posicion();
    reactivo = agua;
    enjuague();
    delay(3000);

    digitalWrite(ms1, HIGH);
    digitalWrite(ms2, LOW);
    digitalWrite(ms3, LOW);
    SP_posicion = 400;
    for(int i=0; i<3; i++) {
        digitalWrite(direccion, HIGH);
        desplazar_a_posicion();
        delay(75);
        digitalWrite(direccion, LOW);
        desplazar_a_posicion();
        delay(75);
    }
    digitalWrite(ms1, HIGH);
    digitalWrite(ms2, HIGH);
    digitalWrite(ms3, LOW);
    delay(2000);
    SP_posicion = posicion_alcohol;
    digitalWrite(direccion, HIGH);
    desplazar_a_posicion();
    reactivo = alcohol_acido;
    dispensado_de_reactivo();
    delay(1800);

```

```

SP_posicion = posicion_enjuague;
digitalWrite(direccion, LOW);
desplazar_a_posicion();
reactivo = agua;
enjuague();
delay(3000);
digitalWrite(ms1, HIGH);
digitalWrite(ms2, LOW);
digitalWrite(ms3, LOW);
SP_posicion = 400;
for(int i=0; i<3; i++) {
    digitalWrite(direccion, HIGH);
    desplazar_a_posicion();
    delay(75);
    digitalWrite(direccion, LOW);
    desplazar_a_posicion();
    delay(75);
}
digitalWrite(ms1, HIGH);
digitalWrite(ms2, HIGH);
digitalWrite(ms3, LOW);
delay(2000);
referencia();
SP_posicion = posicion_azul;
digitalWrite(direccion, HIGH);
desplazar_a_posicion();
reactivo = azul_metileno;
dispensado_de_reactivo();
delay(1800);
SP_posicion = posicion_enjuague;
digitalWrite(direccion, LOW);
desplazar_a_posicion();
reactivo = agua;
enjuague();
delay(3000);
digitalWrite(ms1, HIGH);
digitalWrite(ms2, LOW);
digitalWrite(ms3, LOW);
SP_posicion = 400;
for(int i=0; i<3; i++) {
    digitalWrite(direccion, HIGH);
    desplazar_a_posicion();
    delay(75);
    digitalWrite(direccion, LOW);
    desplazar_a_posicion();
    delay(75);
}
digitalWrite(ms1, HIGH); //HIGH
digitalWrite(ms2, HIGH); //HIGH
digitalWrite(ms3, LOW);
delay(2000);
attachInterrupt(0, Shotter, FALLING);
secado();
delay(500);
microscopio();
while(digitalRead(p_arranque)==HIGH){}
}

```