

تقرير فني مفصل: ذراع روبوتية هيدروليكية

المهندس المصمم: محمود علي حسن تاريخ التصميم: 18 أبريل 2018

الملخص التنفيذي 1.

يقدم هذا التقرير تصميمًا شاملاً لذراع روبوتية هيدروليكية مزودة بثلاثة محركات خطوية وملاقط بثلاثة أصابع. يغطي التقرير الهندسة الميكانيكية، المواد، عمليات التصنيع، الإلكترونيات والتحكم، الأدوات البرمجية، النمذجة الرياضية (الحركيات والديناميكيات)، خوارزميات التحكم، والبرمجيات الثابتة كاملة لكل من أردوينو ميغا و PIC18F.

نظرة عامة على النظام 2.

- الهدف: تنفيذ عمليات التقاط ونقل دقيقة لأجسام تصل حتى 1 كغ في بيئات صناعية أو مختبرية أو خطرة.
 - درجات الحرية: 3 مفاصل دورانية + أسطوانة هيدروليكية خطية
 - نهاية الذراع: ملقط ثلاثي الأصابع مع تحكم بالقوة.
 - مساحة العمل: 450 مم أفقيًا × 350 مم عموديًا.
- لإنترنت الأشياء MQTT ، بروتوكول (802.11 b/g/n) الاتصالات: بلوتوث 4.2، واي-فاي.
- الاستشعار: حساس مسافة فوق صوتي، حساس ضغط، مقاييس زاوية، حساس حرارة.

الهندسة الميكانيكية والهيدروليكية 3.

المكونات الهيكلية 3.1

- (6061-T6) هيكل وروابط من الألومنيوم المؤكسد.
- محامل من الفولاذ المقاوم للصدأ في جميع المفاصل.
 - أطوال الوصلات:
 - قاعدة-كتف: 200 مم
 - كتف-مرفق: 180 مم
 - مرفق-رسغ: 70 مم

الأسطوانة الهيدروليكية 3.2

- قطر المكبس: 20 مم؛ طول السكتة: 200 مم؛ ضغط تشغيل: 10 ميغاباسكال.
 - ISO VG32 سائل هيدروليكي من نوع
- بمعدل 2 لتر/دقيقة مع صمام تناسبي V DC مضخة تروس 12

أصابع الملقط 3.3

- مادة: بوليمر معزز بالنايلون.
- مزودة بمقاوم متغير داخلي HS-311: محركات صغيرة.
- لكل إصبع N أجهزة قياس القوة: خلايا حمل 15

4. الإلكترونيات ووحدات التحكم.

الملاحظات	المكون	الموديول
مخرج/مدخل، تجارب سريعة 54	Arduino Mega 2560	المتحكم (نسخة 1)
، استهلاك طاقة منخفض USB واجهة	PIC18F4550	المتحكم (نسخة 2)
ميكرو سنب 16/1	A4988	محركات الخطو
تحكم في الصمام التناسبي	mA إلى 20-4 PWM محول	وحدة صمام الهيدروليك
MQTT للاتصال و AT أوامر	واي-فاي ESP8266 بلوتوث، HC-05	الاتصالات اللاسلكية
حرارة LM35 و	ضغط MPX5700DP فوق صوتي، HC-SR04	المستشعرات
LM2596 وحدات	V و 3.3 V منظمات + 5 V بطارية 12	الطاقة

5. أدوات وبرامج التصنيع.

- تصميم ثنائي وثلاثي الأبعاد – CAD: SolidWorks 2017.
 - تحليل الإجهاد والتشوه – FEM: ANSYS.
 - CNC تحضير مسارات – CAM: Mastercam.
- رسم الدائرة وطباعة المسارات – PCB: Proteus 8.
 - بيئات التطوير:
 - Arduino IDE 1.8.5
 - MPLAB X v3.35 + XC8
 - المحاكاة: MATLAB R2017b & Simulink.
 - MQTT خادم على Raspberry Pi: Mosquitto.

6. النمذجة الرياضية.

6.1 الحركات

جدول معايير دنف- هارتنبرغ

θ_i	d_i (مم)	α_i (°)	a_i (مم) الوصلة
θ_1 (قاعدة)	50	90	0
θ_2 (كتف)	0	0	200
θ_3 (مرفق)	0	0	180

التحويل الأمامي: $T^0_3 = A_1(\theta_1)A_2(\theta_2)A_3(\theta_3)$

الحركات العكسية: $\theta_2 = \arccos\left(\frac{x^2 + y^2 + z^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2}\right)$

6.2 الديناميكيات

معادلة أويلر- لاغرانج:
$$\tau = M(\theta)\ddot{\theta} + C(\theta, \dot{\theta})\dot{\theta} + G(\theta)$$

6.3 عمل الأسطوانة الهيدروليكية

$$F = P \times A = P \times \pi D^2 / 4, v = Q / A, P_{hyd} = P \times Q / F = P \times A = P \times \frac{\pi D^2}{4}, \quad v = \frac{Q}{A}, \quad P_{hyd} = P \times Q$$

6.4 خوارزميات التحكم

- على الخطوات الصغيرة للتحكم في الموضع PID.
 - لقوة الملقط عبر خلايا الحمل PID.
 - لارتفاع الأسطوانة بالأنتراسونك PID.

7. الشيفرات البرمجية

7.1 (مقتطف) Arduino Mega كود

```
#include <AccelStepper.h>

#include <Servo.h>

#include <PubSubClient.h>

#define TRIG_PIN 7

#define ECHO_PIN 8

#define PRESS_PIN A0

AccelStepper stepper1(AccelStepper::DRIVER, 2, 5);

// إعداد المحركات والأجهزة

void setup(){
  Serial.begin(115200);
  stepper1.setMaxSpeed(1000);
  MQTT توصيل واي-فاي و
}

void loop(){
  قراءة المستشعرات
```

```
// للتحكم PID حلقات
```

```
// نشر/اشترك MQTT
```

```
}
```

مقتطف PIC18F4550 (XC8) كود 7.2

```
#include <xc.h>
```

```
#include "mcc_generated_files/mcc.h"
```

```
#define _XTAL_FREQ 8000000
```

```
void main(void){
```

```
SYSTEM_Initialize();
```

```
while(1){
```

```
// قراءة الحساس
```

```
// تحكم PID
```

```
// للوأي-فاي UART إرسال/استقبال عبر
```

```
}
```

```
}
```