

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Informe PPS

**Diseño de Estructura en Policarbonato y
Placa de Control de un UAV**

Profesional Supervisor:

Dr. PÉREZ PAINA, Gonzalo

Supervisor de UTN-FRC:

Dr. PAZ, Claudio J.

Alumno:

HERNANDO, Diego J.

Leg. 62509

4 de julio de 2018

Índice

1. Introducción	2
2. Estructura de Policarbonato	2
2.1. Elección del material	2
2.2. Relevamiento y rediseño de la estructura	2
3. Placa de Control: Autopiloto MKI	3
3.1. Fuente de Alimentación	5
3.2. Programador	5
3.2.1. Circuito de Reset	6
3.3. Pinout del Autopiloto	7
3.3.1. Pines de entrada y salida utilizados por periféricos del QA3	7
3.3.2. Pines Auxiliares	8
4. Anexo I	9

1. Introducción

Debido a la necesidad del Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería CIII de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba de mejorar y optimizar un vehículo aéreo no tripulado, denominado Quadrotor de Estructura Abierta QA3, es que surge la posibilidad de esta práctica profesional supervisada.

El trabajo realizado se divide en dos etapas:

1. Relevamiento y rediseño de la estructura actual del QA3.
2. Rediseño de la placa de control o autopiloto del QA3.

2. Estructura de Policarbonato

2.1. Elección del material

Con el objetivo de reducir el peso de la estructura del vehículo aéreo, sin afectar considerablemente su rigidez y resistencia a impactos, se decide utilizar policarbonato alveolar de 6 *mm* de espesor.

El policarbonato es un plástico amorfo y transparente, con una temperatura admisible de trabajo hasta de 135°C, conjuntamente con muy buenas propiedades mecánicas y de tenacidad, buena resistencia química y estabilidad dimensional. Dentro de sus ventajas se puede nombrar:

- Densidad: 1,20 g/cm³
- Resistencia al impacto extremadamente elevada.
- Resistencia y rigidez elevadas.
- Elevada resistencia a la deformación térmica.
- Elevada estabilidad dimensional.
- Buenas propiedades de aislamiento eléctrico.

2.2. Relevamiento y rediseño de la estructura

Con ayuda de una herramienta informática tipo CAD, se releva la estructura actual del QA3 para respetar las medidas y disposición actual de los diversos elementos del mismo.

El rediseño de la estructura consiste en integrar al cuerpo central del QA3 los brazos donde van sujetos los motores, de tal modo de reducir peso, eliminando así el uso de varillas de aluminio. Junto con la integración de los brazos al cuerpo central, se diseñan nuevas patas para el vehículo, que cuentan con un sistema de encastre para poder dar estructura al cuerpo del dron. Además se diseñan soportes para diversos elementos del QA3, como un autopiloto externo y una IMU externa, de forma tal que estos soportes sean sencillos de ensamblar con la estructura.

Los planos resultantes se pueden observar en el Anexo I. En las Fig. 1 y 2 se observan distintas vistas del modelo 3D obtenido y se comparan con el modelo anterior.

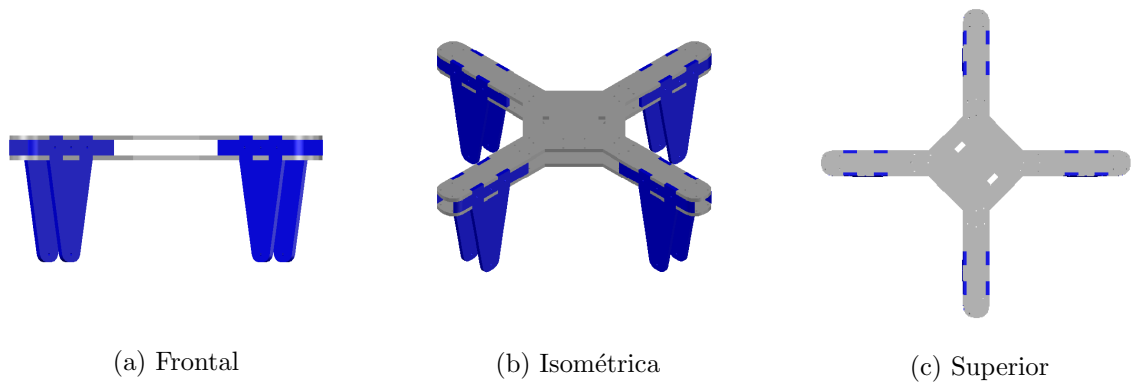


Figura 1: QA3 de Policarbonato

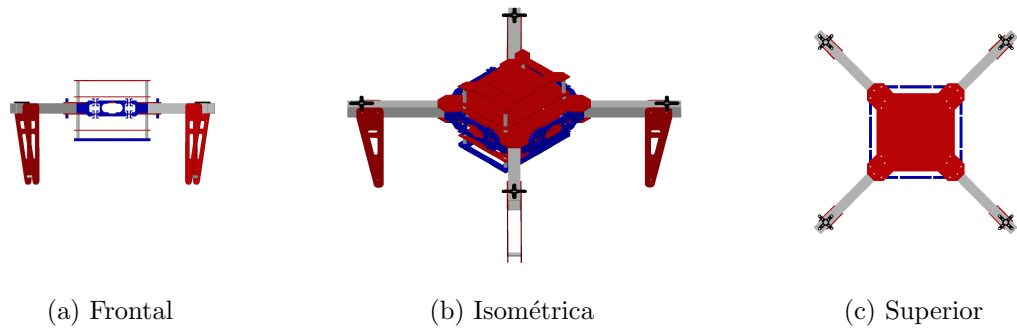


Figura 2: QA3 de Aluminio

3. Placa de Control: Autopiloto MKI

Los objetivos del rediseño de la placa de control del QA3 son:

- Mejorar el aprovechamiento del pinout del microcontrolador utilizado.
- Diseñar una fuente de alimentación nueva de $+3,3\text{ V}$ / $+5\text{ V}$ y (al menos) de 1 A .
- Diseñar una mejor interfaz de comunicación USB-Serie para la programación del microcontrolador.
- Mejorar la forma de conectar los periféricos a la placa de control.

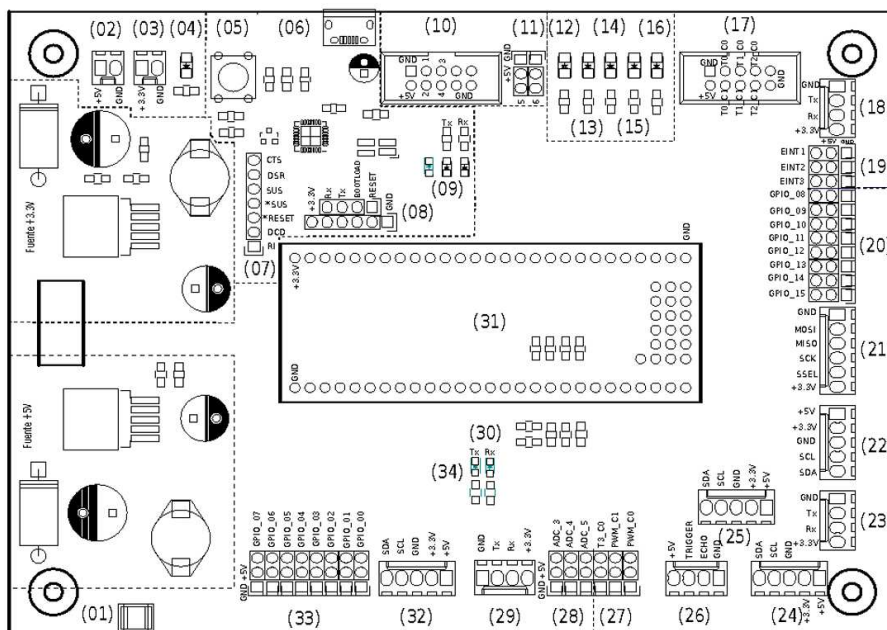
La placa del autopiloto MKI está dividida en tres grandes partes, que a su vez cuentan con subdivisiones:

- La fuente del alimentación del QA3:
 - Fuente de $+5\text{V}$.
 - Fuente de $+3.3\text{V}$.
- El programador del QA3.
- El pinout del microcontrolador del QA3:

- Pines de entrada y salida utilizados por los periféricos del QA3.
- Pines auxiliares del microcontrolador.

En la Fig. 3 se puede observar la disposición de las distintas partes antes mencionadas y las referencias que explican el pinout de la placa del autopiloto.

En la parte superior de la placa se añade una ranura para simplificar la conexión de los cables de la ESC a dicha placa o a un autopiloto externo, en caso de que el QA3 cuente con uno. De esta manera no hay cables en la periferia del dron que puedan molestar a la hora del vuelo.



Referencias:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| (01) Batería | (22) I2C_1 |
| (02) +5V | (23) UART_1 / XBEE / WIRELESS |
| (03) +3.3V | (24) I2C_0 / IMU |
| (04) POWER LED | (25) I2C_0 / PINOUT |
| (05) RESET | (26) SONAR |
| (06) PROGRAMADOR | (27) CAPTURE |
| (07) PINES EXTRA CP2102 | (28) ADC |
| (08) UART_0 / PROGRAMADOR | (29) UART_3 |
| (09) LED POWER CP2102 / Tx / Rx | (30) SENSOR BATERIA |
| (10) PWM MOTORES | (31) LPC 1769 |
| (11) PWM EXTRA | (32) I2C_2 |
| (12) LED ROJO | (33) GPIO 07 a 00 |
| (13) LED AZUL | (34) LED Tx y Rx UART_1 |
| (14) LED VERDE | |
| (15) LED AMARILLO | |
| (16) LED BLANCO | |
| (17) JOYSTICK | |
| (18) UART_2 | |
| (19) INTRRUPCIONES EXTERNAS | |
| (20) GPIO 15 a 08 | |
| (21) SSP | |

Figura 3: Pinout Autopiloto MKI.

3.1. Fuente de Alimentación

En la placa del autopiloto hay dos fuentes de alimentación que entregan $+3,3\text{ V}$ y $+5\text{ V}$ respectivamente. La fuente de $+3,3\text{ V}$ alimenta al microcontrolador del autopiloto, al programador, a las UARTs y al SSP. La fuente de $+5\text{ V}$ alimenta a los pines de PWM, GPIO, Capture, ADC e Interrupciones Externas. Los pines de comunicación I2C tienen disponible tanto $+3,3\text{ V}$ como $+5\text{ V}$.

Las fuentes de alimentación son convertidores buck implementados con el circuito integrado LM2596 de Texas Instruments. El integrado provee todas las funciones activas para la implementación de fuentes conmutadas tipo buck de 3 A de corriente de salida y tensión de salida ajustable a través de dos resistencias de regulación.

En la Fig. 4 se observa el conexionado de los circuitos integrados de acuerdo a su hoja de datos. $C_{IN} = 1000\text{ }\mu\text{F}/16\text{ V}$, $C_{OUT} = 220\text{ }\mu\text{F}/16\text{ V}$, $D_1 = 1\text{N}5822$ y $L_1 = 330\text{ }\mu\text{H}$ son comunes a ambas fuentes. Fijando el valor de R_1 es posible calcular R_2 a partir de la expresión 1, donde $V_{REF} = 1,23\text{ V}$ de acuerdo con la hoja de datos del dispositivo.

$$V_{OUT} = V_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \Rightarrow R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} + 1\right) \quad (1)$$

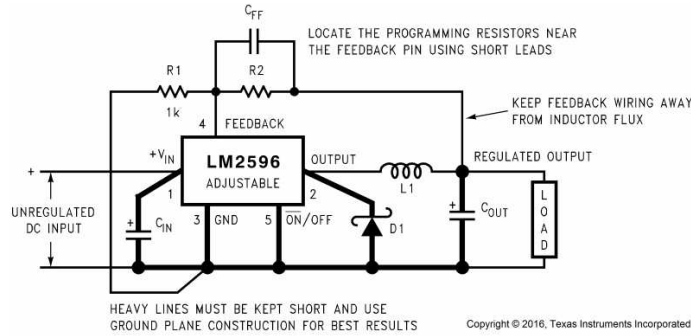


Figura 4: Convertidor DC/DC tipo Buck de tensión ajustable.

3.2. Programador

Dentro de la misma placa del autopiloto esta integrado un conversor USB-Serie utilizado para programar el microcontrolador. Este conversor está implementado a través del integrado CP2102 de Silicon Labs.

El circuito implementado es el de la Fig. 5, el cual se obtiene de la hoja de datos del CP2102. A continuación se explica el conexionado del mismo:

- Los pines RXD y TXD se conectan a los pines Tx y Rx del microcontrolador del autopiloto respectivamente. Estos tienen leds puestos a pull-up con una resistencia para indicar la transferencia de datos.
- El pin RTS se conecta al pin BOOTLOAD y el pin DTR se conecta al circuito de reset del microcontrolador (Ver 3.2.1).

Estos pines se encuentran conectados al microcontrolador por medio de unos jumpers, ya que en caso de que el CP2102 no funcione se pueda programar el microcontrolador por medio de un conversor USB Serie externo. Los demás pines de transferencia de datos se encuentran conectados a una tira de pines para ser utilizados en caso de ser necesario.

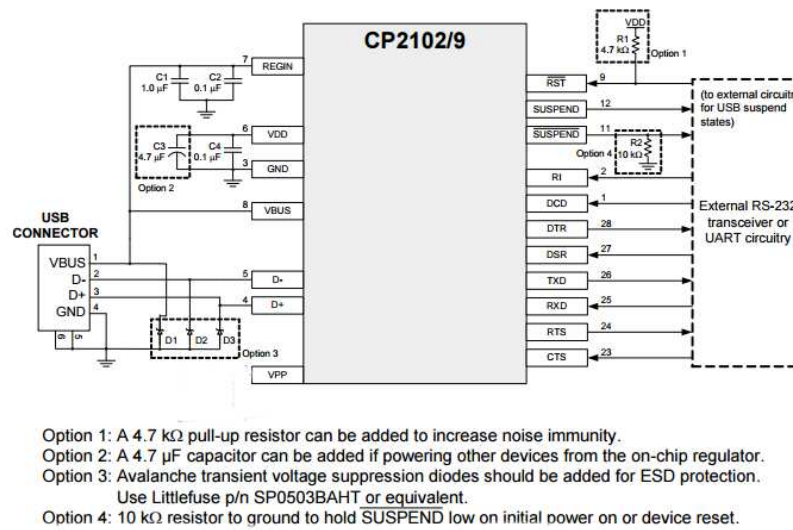


Figura 5: Circuito conversor USB Serie.

Los diodos D1, D2, y D3 son diodos zener de 5.1 V. En la placa del autopiloto están implementados por medio de un integrado (SP0503BAHTG), el cual es un arreglo de diodos zeners. En caso de no conseguir dicho integrado se puede utilizar diodos zener de 5.1 V para cada terminal.

3.2.1. Circuito de Reset

El circuito de reset del microcontrolador del autopiloto es el observado en la Fig. 6 . El microcontrolador se resetea por bajo cuando se activa el pulsador o cuando se programa a través del pin DTR del CP2102.

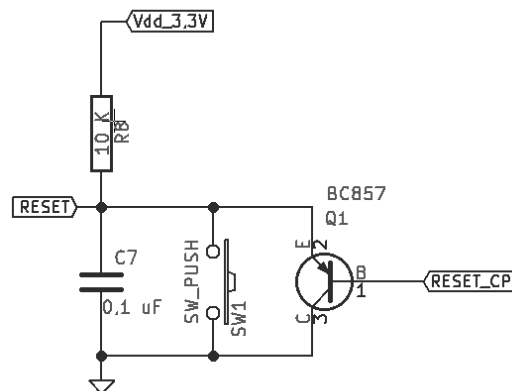


Figura 6: Circuito de reset.

Cuando el programador resetea al microcontrolador pone a bajo en el pin DTR, por lo que es necesaria la implementación de una llave lógica controlada por bajo (transistor PNP o MOSFET canal P). De lo contrario, cuando el programador quiera resetear el microcontrolador se quemará.

3.3. Pinout del Autopiloto

El microcontrolador utilizado en el autopiloto del QA3 es el LPC 1769, que es un microcontrolador basado en un ARM Cortex-3. Este se encuentra montado sobre una placa de desarrollo, la LPCXpresso. Dicha placa es la que esta montada sobre la placa del autopiloto y a partir de ella se realizo el pinout a describir.

En total, el pinout del LPC 1769 cuenta con los siguientes items disponibles:

- 1 SSP
- 2 Capture de PWM
- 3 Interrupciones Externas
- 3 ADC
- 3 I2C
- 4 UARTs
- 6 Salidas de PWM
- 8 Capture
- 16 GPIO

3.3.1. Pines de entrada y salida utilizados por periféricos del QA3

Los pines de conexión que hacen al funcionamiento del QA3 son:

- **Salida para MOTORES:** utiliza las primeras 4 salidas de PWM. Aquí se conectan las entradas del KK2.
- **Entrada de datos del JOYSTICK:** utiliza 6 entradas de Capture. Son los capture 0 y 1 de los Timmer 0, 1 y 2. Aquí se conecta el receptor del joystick
- **UART de programación:** es la UART0. Conectada al circuito de programación.
- **UART de transmisión y recepción de datos:** aquí se conecta la placa de comunicación RF (XBee). Tiene dos leds para indicar la transmisión y recepción de datos.
- **I2C para comunicación con IMU y sonares laterales:** es el I2C0.
- **Conexión para sonar de medidor de altura:** tiene un GPIO utilizado como disparador del sonar, y un capture (Timmer 3 Cap 1) para recibir el eco. Además dispone de alimentación de +5 V.
- **Leds indicadores de estado:** son 5 y están conectados a sus propios GPIOs. Son los siguientes:
 - Led Rojo: indica que el QA3 está despegando.
 - Led Azul: indica que el QA3 está aterrizando.
 - Led Verde: indica que el QA3 está en modo hovering.
 - Led Amarillo: indica que el QA3 está armado.
 - Led Blanco: auxiliar.

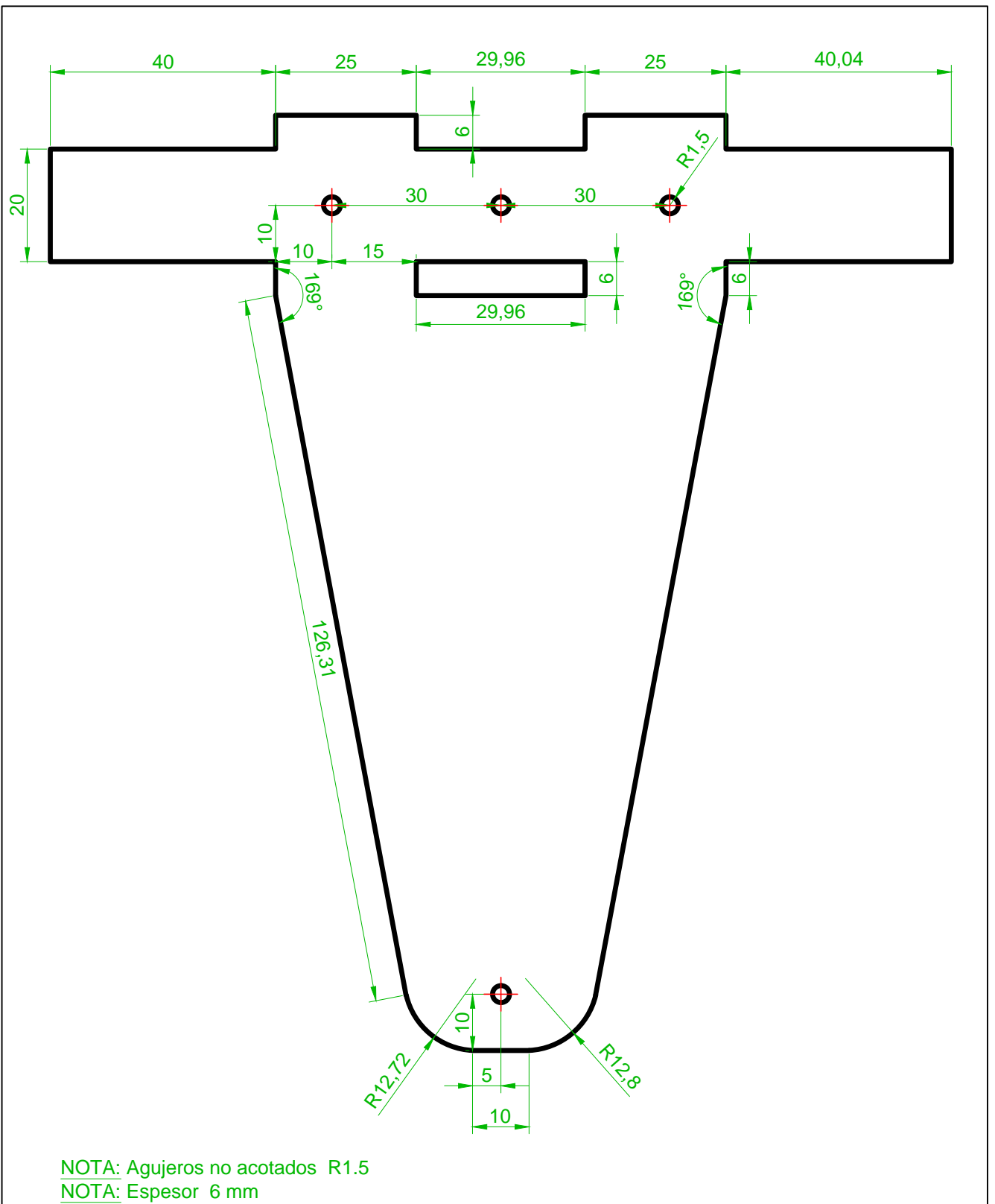
3.3.2. Pines Auxiliares

Además de los pines utilizados para el funcionamiento del QA3, la placa del autopiloto dispone de los siguientes pines a ser utilizados en caso de ser necesario:

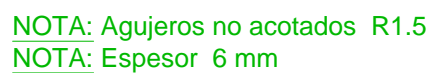
- **16 GPIO:** del GPIO00 al GPIO15. Cuentan con un pin de +5V.
- **3 ADC:** ADC3, ADC4 y ADC5. Cuentan con alimentación de +5V y un filtro pasabajos de 1KHz.
- **3 entradas de Interrupciones Externas:** cuentan con alimentación de +5.
- **2 salidas de PWM:** cuentan con alimentación de +5V.
- **2 UARTs:** UART2 y UART3. Cuentan con alimentación de +5V.
- **2 I2C:** I2C1 e I2C2. Cuentan con alimentación de +5V y +3.3V.
- **2 Capture de PWM:** cuentan con alimentación de +5V.
- **1 Capture:** Tim3C0. Cuenta con alimentación de +5V.
- **1 SSP:** cuenta con alimentación de +3.3V

4. Anexo I

A continuación se encuentran los planos de la estructura del QA3.



	Fecha:	Nombre:	Sector:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA
Dibujó:			Ingeniería Electrónica	
Revisó:			Sección:	
Aprobó:			CIII	
Escala: 1:1	Denominación:			Plano N°:
	Pata QA3			3
	Material:			Cantidad: 8
Toler.:	Policarbonato Alveolar 6mm			Firma:
Term.:				



	Fecha:	Nombre:	Sector:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA
Dibujó:			Ingeniería Electrónica	
Revisó:			Sección:	
Aprobó:			CIII	
Escala: 1:1	Denominación:			Plano N°:
	Soportes QA3			4
	Material:			Cantidad: 3
Toler.: Term.:	Policarbonato Alveolar 6mm			Firma: