

SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE PLAGAS EN APIARIOS, ETAPA 1

¹ Jesús Bernabé De La Cruz Coba Orilla, jesus.19120006@itsmotul.edu.mx

¹ Darla Caroline Méndez Gil, darla.19070043@itsmotul.edu.mx

¹ Johana Del Pilar Rodríguez Ake, johana.19120013@itsmotul.edu.mx

² Jorge Benjamín Magaña Zaldivar, jorge.magana@itsmotul.edu.mx

² Jesús Eduardo Cárdenas Ortega, jesus.cardenas@itsmotul.edu.mx

² Rafael Chávez Tec, rafael.chavez@itsmotul.edu.mx

RESUMEN

El cuidado de los apiarios es de gran importancia debido a su impacto en la polinización, la biodiversidad y la producción de alimentos. Las abejas desempeñan un papel fundamental en la polinización de numerosos cultivos y plantas silvestres, lo que contribuye directamente a la producción de frutas y verduras. La pérdida de las abejas puede tener consecuencias graves para la seguridad alimentaria y la diversidad biológica, afectando a numerosos sectores económicos y ecológicos. Uno de los problemas que enfrenta la apicultura en Yucatán son el ataque de los hormigones Xula, el cual puede acabar con colmenas de abejas en poco tiempo. En el presente artículo, se propone el diseño y construcción de un sistema electrónico dosificador de plaguicida para controlar el ataque de la hormiga Xula a colmenas en el estado de Yucatán. Los resultados obtenidos de las pruebas muestran el buen funcionamiento del sistema diseñado dando paso al desarrollo de un sistema de monitoreo de otras plagas y de las variables que pudieran afectar las colmenas.

PALABRAS CLAVE

Sistema electrónico
Dosificador
Colmenas
Plagas

ABSTRACT

The care of apiaries is of great importance due to its impact on pollination, biodiversity and food production. Bees play a critical role in pollinating many crops and wild plants, directly contributing to the production of fruits and vegetables. The loss of bees can have serious consequences for food security and biological diversity, affecting numerous economic and ecological sectors. One of the problems facing beekeeping in Yucatan is the attack of Xula concrete, which can kill bee hives in a short time. In this article, the design and construction of an electronic pesticide dosing system is proposed to control the attack of the Xula ant on hives in the state of Yucatán. The results obtained from the tests show the proper functioning of the designed system, giving way to the development of a monitoring system for other pests and the variables that could affect the hives.

KEYWORDS

electronic system
Dispenser
Hives
Pests

¹ Tecnológico Nacional de México, campus Motul / Estudiante.

² Tecnológico Nacional de México, campus Motul / Docente.

I. INTRODUCCIÓN

Las colmenas en los apiarios desempeñan un papel fundamental en la salud de los ecosistemas y en la seguridad alimentaria. Las abejas, como polinizadoras claves, son responsables de la reproducción de una gran cantidad de cultivos y plantas silvestres (Naciones Unidas, 2023). En las últimas décadas, las poblaciones de abejas han enfrentado amenazas significativas, como el uso excesivo de pesticidas y plaguicidas, la pérdida de hábitats naturales y el cambio climático (González, 2014) (Martin-Culma, 2018) (Haón Ramírez, 2022) (Martínez, Cetzal, González, Casanova, & Saikat, 2018).

La atención constante a las colmenas implica monitorear la salud de las abejas, controlar y prevenir enfermedades, prevenir y evitar plagas como la varroa, escarabajos, avispas, garrapatas y hormigas (Xula) (Raquel, 2022).

Actualmente se han reportado gran cantidad de proyectos enfocados al monitoreo de colmenas utilizando diversos sensores para medir humedad, temperatura, peso y sonido (Braga, y otros, 2020) (Robustillo, Pérez, & Parra, 2022) (Zaman & Dorin, 2023). De igual forma se han desarrollado sistemas que utilizan visión computacional para monitorear la presencia de ciertas plagas como la varroa y la polilla (Bjerge, y otros, 2019) (Bilik, y otros, 2021) (Bjerge, Nielsen, Videbæk Sepstrup, Helsing-Nielsen, & Høye, 2020) (Picek, Novozamsky, Frydrychova, Zitova, & Mach, 2022).

Si bien el monitoreo de esta variable puede ayudar a prevenir enfermedades y plagas muy pocos trabajos se están desarrollando para controlar y evitar los ataques ocasionados por la polilla, los avispones y la hormiga Xula. Entre estos trabajos destacan el uso de equipos láser controlados remotamente (Hsu, y otros, 2021) y por visión computacional (Chazette & Becker, 2016).

El proyecto se realizó al no existir una manera eficaz para combatir el ataque de los hormigones Xula a los apiarios, ya que no se encontró estudios enfocados al control de la plaga del Xula en la literatura. Teniendo en cuenta que el apicultor de manera general revisa cada 15 días sus colmenas para verificar el estado de estas y en muchas ocasiones la hormiga “Xula”, como se conoce en Yucatán, puede haber acabado con la producción e inclusive con colmenas enteras.

Con base a lo anterior el presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un sistema electrónico basado en el sistema embebido basado en el microcontrolador ATmega328P (Arduino Pro Mini), el cual se programará para realizar la función de controlar una electroválvula que dispensará plaguicida orgánico a base de neem en los soportes de las colmenas y de esta forma evitar el ataque de la hormiga Xula en apiarios instalados en municipios del estado de Yucatán.

II. METODOLOGÍA

En la presente sección se describe el diseño de un sistema electrónico dosificador de plaguicida para controlar el ataque de la hormiga Xula a colmenas en el estado de Yucatán. El sistema electrónico de control tendrá la capacidad de programar el tiempo de funcionamiento del dosificador la cual dispensará el plaguicida en los soportes de las colmenas, se instalará un contenedor de plástico a un costado de las colmenas que será llenado con el plaguicida. Se le conectó una electroválvula para controlar la apertura y cierre del flujo de plaguicida en cada uno de los soportes de las colmenas figura 1. El plaguicida está hecho a base de la hoja de neem.

Figura 1.
Ubicación de los soportes en las colmenas.

Instalación de mangueras para dispensar el plaguicida.



Fuente: Elaboración Propia (2023)

El sistema controla el flujo de plaguicida orgánico a base de la planta de neem en los soportes de las colmenas en un tiempo determinado por los apicultores.

A continuación, se describen los materiales utilizados para construir el sistema electrónico de control de plaguicidas, seguido del diseño y construcción de este. De igual forma se presenta el programa utilizado para programar el microcontrolador para realizar la visualización y control de flujo del plaguicida orgánico a través del monitoreo de la adquisición y almacenamiento de datos y puede ajustar el reloj. Finalmente, se describen brevemente las características del prototipo y la configuración del sensor.

Materiales

Para el proyecto se utilizó un sistema embebido basado en el microcontrolador ATmega328P (Arduino Pro Mini), de igual forma se utilizaron electroválvulas, módulo de relevadores, indicadores luminosos, pulsadores, potenciómetros, pantalla LCD. En la tabla 1 se observan los materiales utilizados para desarrollar el prototipo, sus características y costos.

Tabla 1.

Materiales utilizados.

No.	Equipo	Descripción	Costo
1.	Arduino Pro Mini	Sistema embebido basado en el microcontrolador ATmega328P con 14 entrada/salida digital (6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador incorporado, un botón de reinicio, alimentación de 5 V y 16 MHz.	\$80.00
2.	Electroválvula Solenoide.	Válvula solenoide eléctrica para agua de 12V para control de flujo de agua	\$170.00
3.	Módulo de relevadores	<ul style="list-style-type: none"> Voltaje de Operación: 5V DC Señal de Control: TTL (3.3V o 5V) Nº de Relays (canales): 1 CH Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC) Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms Para activar salida NO: 0 Voltios 	\$60.00
4.	Pulsadores Industriales de plástico.	<ul style="list-style-type: none"> Humedad de funcionamiento: 45 – 85% RH; 45 – 85% Rh (sin condensación) Resistencia de contacto: $\leq 30m\Omega$ Resistencia de aislamiento: $\geq 100M$ Terminal: terminal de tornillo, capacidad de conexión: Min: 1x0,5 mm² máx.: 1x2, 5 mm² o 2x1,5 mm² (con o sin conexión) 	\$150.00
5.	Potenciómetros	<ul style="list-style-type: none"> Impedancia total: 10K Ohm. Potencia: 0.2 W. Ángulo de rotación: 275° \pm 5° 3 pines Material: Película de carbono + Metal Longitud del eje: aproximadamente 15 mm. Sin switch. 	\$20.00
6.	Pantalla LCD 20X4.	<ul style="list-style-type: none"> Contraste: Ajustable Voltaje de alimentación: 5 VCD (vía Pin) 3.3 VCD (vía IDC10) interfaz: CII / TWI x1, x2 IDC10 Ángulo de visión amplio Número de caracteres: 20 x 4 Tamaño de punto: 0.55 x 0.55 mm Tamaño de caracteres: 2.96 x 4.75 mm 	\$180.00
7.	Interfaz de Conversión I2C	<ul style="list-style-type: none"> Voltaje de entrada: 5 ~ 9 V Microcontrolador: ATMEL ATMEGA 328 Pines digitales entradas / salidas: 14 Pines analógicos entradas / salidas: 6 Interfaz (protocolo): I2C / TWI / SPI Potenciómetro: Ajustar contraste y luz de fondo Líneas de salida: 4 Dirección del dispositivo: 0 x 20 / 0 x 27 	\$50.00
8.	Gabinete	Gabinete De Plástico 223x138x93mm GP-14	\$280.00
Total			\$990.00

Fuente: Elaboración Propia (2023)

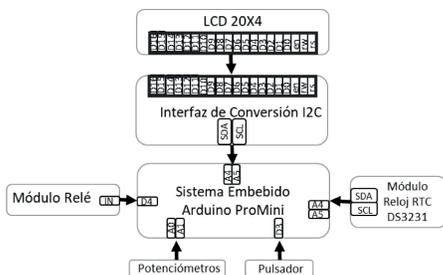
Los costos mostrados en la tabla 1 sólo incluye los materiales necesarios para desarrollar el sistema electrónico, los costos de alimentación, contenedor del plaguicida, plaguicida e instalación no se consideran para esta etapa del proyecto.

Diseño y construcción

Para el diseño y construcción del sistema electrónico sofisticador se utilizó un sistema embebido, módulos de reloj, módulos relé, LCD, botonera y potenciómetros. El sistema embebido utilizado es el Arduino ProMini y se programó para controlar la apertura de una electroválvula a través de la entrada digital D4. En la figura 2 se observa un esquema a bloques del sistema.

Figura 2.

Esquema a Bloques



Fuente: Elaboración Propia (2023)

Se agregó un botón con el cual se habilita la función de temporizador, en esta función se ajusta el tiempo de temporizado a través de dos potenciómetros de 10KOhms; un potenciómetro ajusta la hora y el otro los minutos para que se active la electroválvula y deje fluir el plaguicida orgánico durante minuto y medio. Las horas y minutos se generan de un módulo RTC basado en el chip DS3231. De igual forma se agregó un LCD 20X4 donde se visualiza la fecha y hora actual y el tiempo en que se activará la electroválvula de manera local. Cuando se presiona el pulsador se ingresa a una pantalla para configurar la hora y los minutos en que se estará activando la electroválvula. En la Figura 3 se observa el programa utilizado.

Figura 3.

Programa del Microcontrolador

```

1 void setup() {
2   pinMode(D4, OUTPUT);
3   pinMode(D5, OUTPUT);
4   pinMode(D6, OUTPUT);
5   pinMode(D7, OUTPUT);
6   pinMode(D8, OUTPUT);
7   pinMode(D9, OUTPUT);
8   pinMode(D10, OUTPUT);
9   pinMode(D11, OUTPUT);
10  pinMode(D12, OUTPUT);
11  pinMode(D13, OUTPUT);
12  pinMode(D14, OUTPUT);
13  pinMode(D15, OUTPUT);
14  pinMode(D16, OUTPUT);
15  pinMode(D17, OUTPUT);
16  pinMode(D18, OUTPUT);
17  pinMode(D19, OUTPUT);
18  pinMode(D20, OUTPUT);
19  pinMode(D21, OUTPUT);
20  pinMode(D22, OUTPUT);
21  pinMode(D23, OUTPUT);
22  pinMode(D24, OUTPUT);
23  pinMode(D25, OUTPUT);
24  pinMode(D26, OUTPUT);
25  pinMode(D27, OUTPUT);
26  pinMode(D28, OUTPUT);
27  pinMode(D29, OUTPUT);
28  pinMode(D30, OUTPUT);
29  pinMode(D31, OUTPUT);
30  pinMode(D32, OUTPUT);
31  pinMode(D33, OUTPUT);
32  pinMode(D34, OUTPUT);
33  pinMode(D35, OUTPUT);
34  pinMode(D36, OUTPUT);
35  pinMode(D37, OUTPUT);
36  pinMode(D38, OUTPUT);
37  pinMode(D39, OUTPUT);
38  pinMode(D40, OUTPUT);
39  pinMode(D41, OUTPUT);
40  pinMode(D42, OUTPUT);
41  pinMode(D43, OUTPUT);
42  pinMode(D44, OUTPUT);
43  pinMode(D45, OUTPUT);
44  pinMode(D46, OUTPUT);
45  pinMode(D47, OUTPUT);
46  pinMode(D48, OUTPUT);
47  pinMode(D49, OUTPUT);
48  pinMode(D50, OUTPUT);
49  pinMode(D51, OUTPUT);
50  pinMode(D52, OUTPUT);
51  pinMode(D53, OUTPUT);
52  pinMode(D54, OUTPUT);
53  pinMode(D55, OUTPUT);
54  pinMode(D56, OUTPUT);
55  pinMode(D57, OUTPUT);
56  pinMode(D58, OUTPUT);
57  pinMode(D59, OUTPUT);
58  pinMode(D60, OUTPUT);
59  pinMode(D61, OUTPUT);
60  pinMode(D62, OUTPUT);
61  pinMode(D63, OUTPUT);
62  pinMode(D64, OUTPUT);
63  pinMode(D65, OUTPUT);
64  pinMode(D66, OUTPUT);
65  pinMode(D67, OUTPUT);
66  pinMode(D68, OUTPUT);
67  pinMode(D69, OUTPUT);
68  pinMode(D70, OUTPUT);
69  pinMode(D71, OUTPUT);
70  pinMode(D72, OUTPUT);
71  pinMode(D73, OUTPUT);
72  pinMode(D74, OUTPUT);
73  pinMode(D75, OUTPUT);
74  pinMode(D76, OUTPUT);
75  pinMode(D77, OUTPUT);
76  pinMode(D78, OUTPUT);
77  pinMode(D79, OUTPUT);
78  pinMode(D80, OUTPUT);
79  pinMode(D81, OUTPUT);
80  pinMode(D82, OUTPUT);
81  pinMode(D83, OUTPUT);
82  pinMode(D84, OUTPUT);
83  pinMode(D85, OUTPUT);
84  pinMode(D86, OUTPUT);
85  pinMode(D87, OUTPUT);
86  pinMode(D88, OUTPUT);
87  pinMode(D89, OUTPUT);
88  pinMode(D90, OUTPUT);
89  pinMode(D91, OUTPUT);
90  pinMode(D92, OUTPUT);
91  pinMode(D93, OUTPUT);
92  pinMode(D94, OUTPUT);
93  pinMode(D95, OUTPUT);
94  pinMode(D96, OUTPUT);
95  pinMode(D97, OUTPUT);
96  pinMode(D98, OUTPUT);
97  pinMode(D99, OUTPUT);
98  pinMode(D100, OUTPUT);
99  pinMode(D101, OUTPUT);
100 pinMode(D102, OUTPUT);
101 pinMode(D103, OUTPUT);
102 pinMode(D104, OUTPUT);
103 pinMode(D105, OUTPUT);
104 pinMode(D106, OUTPUT);
105 pinMode(D107, OUTPUT);
106 pinMode(D108, OUTPUT);
107 pinMode(D109, OUTPUT);
108 pinMode(D110, OUTPUT);
109 pinMode(D111, OUTPUT);
110 pinMode(D112, OUTPUT);
111 pinMode(D113, OUTPUT);
112 pinMode(D114, OUTPUT);
113 pinMode(D115, OUTPUT);
114 pinMode(D116, OUTPUT);
115 pinMode(D117, OUTPUT);
116 pinMode(D118, OUTPUT);
117 pinMode(D119, OUTPUT);
118 pinMode(D120, OUTPUT);
119 pinMode(D121, OUTPUT);
120 pinMode(D122, OUTPUT);
121 pinMode(D123, OUTPUT);
122 pinMode(D124, OUTPUT);
123 pinMode(D125, OUTPUT);
124 pinMode(D126, OUTPUT);
125 pinMode(D127, OUTPUT);
126 pinMode(D128, OUTPUT);
127 pinMode(D129, OUTPUT);
128 pinMode(D130, OUTPUT);
129 pinMode(D131, OUTPUT);
130 pinMode(D132, OUTPUT);
131 pinMode(D133, OUTPUT);
132 pinMode(D134, OUTPUT);
133 pinMode(D135, OUTPUT);
134 pinMode(D136, OUTPUT);
135 pinMode(D137, OUTPUT);
136 pinMode(D138, OUTPUT);
137 pinMode(D139, OUTPUT);
138 pinMode(D140, OUTPUT);
139 pinMode(D141, OUTPUT);
140 pinMode(D142, OUTPUT);
141 pinMode(D143, OUTPUT);
142 pinMode(D144, OUTPUT);
143 pinMode(D145, OUTPUT);
144 pinMode(D146, OUTPUT);
145 pinMode(D147, OUTPUT);
146 pinMode(D148, OUTPUT);
147 pinMode(D149, OUTPUT);
148 pinMode(D150, OUTPUT);
149 pinMode(D151, OUTPUT);
150 pinMode(D152, OUTPUT);
151 pinMode(D153, OUTPUT);
152 pinMode(D154, OUTPUT);
153 pinMode(D155, OUTPUT);
154 pinMode(D156, OUTPUT);
155 pinMode(D157, OUTPUT);
156 pinMode(D158, OUTPUT);
157 pinMode(D159, OUTPUT);
158 pinMode(D160, OUTPUT);
159 pinMode(D161, OUTPUT);
160 pinMode(D162, OUTPUT);
161 pinMode(D163, OUTPUT);
162 pinMode(D164, OUTPUT);
163 pinMode(D165, OUTPUT);
164 pinMode(D166, OUTPUT);
165 pinMode(D167, OUTPUT);
166 pinMode(D168, OUTPUT);
167 pinMode(D169, OUTPUT);
168 pinMode(D170, OUTPUT);
169 pinMode(D171, OUTPUT);
170 pinMode(D172, OUTPUT);
171 pinMode(D173, OUTPUT);
172 pinMode(D174, OUTPUT);
173 pinMode(D175, OUTPUT);
174 pinMode(D176, OUTPUT);
175 pinMode(D177, OUTPUT);
176 pinMode(D178, OUTPUT);
177 pinMode(D179, OUTPUT);
178 pinMode(D180, OUTPUT);
179 pinMode(D181, OUTPUT);
180 pinMode(D182, OUTPUT);
181 pinMode(D183, OUTPUT);
182 pinMode(D184, OUTPUT);
183 pinMode(D185, OUTPUT);
184 pinMode(D186, OUTPUT);
185 pinMode(D187, OUTPUT);
186 pinMode(D188, OUTPUT);
187 pinMode(D189, OUTPUT);
188 pinMode(D190, OUTPUT);
189 pinMode(D191, OUTPUT);
190 pinMode(D192, OUTPUT);
191 pinMode(D193, OUTPUT);
192 pinMode(D194, OUTPUT);
193 pinMode(D195, OUTPUT);
194 pinMode(D196, OUTPUT);
195 pinMode(D197, OUTPUT);
196 pinMode(D198, OUTPUT);
197 pinMode(D199, OUTPUT);
198 pinMode(D200, OUTPUT);
199 pinMode(D201, OUTPUT);
200 pinMode(D202, OUTPUT);
201 pinMode(D203, OUTPUT);
202 pinMode(D204, OUTPUT);
203 pinMode(D205, OUTPUT);
204 pinMode(D206, OUTPUT);
205 pinMode(D207, OUTPUT);
206 pinMode(D208, OUTPUT);
207 pinMode(D209, OUTPUT);
208 pinMode(D210, OUTPUT);
209 pinMode(D211, OUTPUT);
210 pinMode(D212, OUTPUT);
211 pinMode(D213, OUTPUT);
212 pinMode(D214, OUTPUT);
213 pinMode(D215, OUTPUT);
214 pinMode(D216, OUTPUT);
215 pinMode(D217, OUTPUT);
216 pinMode(D218, OUTPUT);
217 pinMode(D219, OUTPUT);
218 pinMode(D220, OUTPUT);
219 pinMode(D221, OUTPUT);
220 pinMode(D222, OUTPUT);
221 pinMode(D223, OUTPUT);
222 pinMode(D224, OUTPUT);
223 pinMode(D225, OUTPUT);
224 pinMode(D226, OUTPUT);
225 pinMode(D227, OUTPUT);
226 pinMode(D228, OUTPUT);
227 pinMode(D229, OUTPUT);
228 pinMode(D230, OUTPUT);
229 pinMode(D231, OUTPUT);
230 pinMode(D232, OUTPUT);
231 pinMode(D233, OUTPUT);
232 pinMode(D234, OUTPUT);
233 pinMode(D235, OUTPUT);
234 pinMode(D236, OUTPUT);
235 pinMode(D237, OUTPUT);
236 pinMode(D238, OUTPUT);
237 pinMode(D239, OUTPUT);
238 pinMode(D240, OUTPUT);
239 pinMode(D241, OUTPUT);
240 pinMode(D242, OUTPUT);
241 pinMode(D243, OUTPUT);
242 pinMode(D244, OUTPUT);
243 pinMode(D245, OUTPUT);
244 pinMode(D246, OUTPUT);
245 pinMode(D247, OUTPUT);
246 pinMode(D248, OUTPUT);
247 pinMode(D249, OUTPUT);
248 pinMode(D250, OUTPUT);
249 pinMode(D251, OUTPUT);
250 pinMode(D252, OUTPUT);
251 pinMode(D253, OUTPUT);
252 pinMode(D254, OUTPUT);
253 pinMode(D255, OUTPUT);
254 pinMode(D256, OUTPUT);
255 pinMode(D257, OUTPUT);
256 pinMode(D258, OUTPUT);
257 pinMode(D259, OUTPUT);
258 pinMode(D260, OUTPUT);
259 pinMode(D261, OUTPUT);
260 pinMode(D262, OUTPUT);
261 pinMode(D263, OUTPUT);
262 pinMode(D264, OUTPUT);
263 pinMode(D265, OUTPUT);
264 pinMode(D266, OUTPUT);
265 pinMode(D267, OUTPUT);
266 pinMode(D268, OUTPUT);
267 pinMode(D269, OUTPUT);
268 pinMode(D270, OUTPUT);
269 pinMode(D271, OUTPUT);
270 pinMode(D272, OUTPUT);
271 pinMode(D273, OUTPUT);
272 pinMode(D274, OUTPUT);
273 pinMode(D275, OUTPUT);
274 pinMode(D276, OUTPUT);
275 pinMode(D277, OUTPUT);
276 pinMode(D278, OUTPUT);
277 pinMode(D279, OUTPUT);
278 pinMode(D280, OUTPUT);
279 pinMode(D281, OUTPUT);
280 pinMode(D282, OUTPUT);
281 pinMode(D283, OUTPUT);
282 pinMode(D284, OUTPUT);
283 pinMode(D285, OUTPUT);
284 pinMode(D286, OUTPUT);
285 pinMode(D287, OUTPUT);
286 pinMode(D288, OUTPUT);
287 pinMode(D289, OUTPUT);
288 pinMode(D290, OUTPUT);
289 pinMode(D291, OUTPUT);
290 pinMode(D292, OUTPUT);
291 pinMode(D293, OUTPUT);
292 pinMode(D294, OUTPUT);
293 pinMode(D295, OUTPUT);
294 pinMode(D296, OUTPUT);
295 pinMode(D297, OUTPUT);
296 pinMode(D298, OUTPUT);
297 pinMode(D299, OUTPUT);
298 pinMode(D300, OUTPUT);
299 pinMode(D301, OUTPUT);
300 pinMode(D302, OUTPUT);
301 pinMode(D303, OUTPUT);
302 pinMode(D304, OUTPUT);
303 pinMode(D305, OUTPUT);
304 pinMode(D306, OUTPUT);
305 pinMode(D307, OUTPUT);
306 pinMode(D308, OUTPUT);
307 pinMode(D309, OUTPUT);
308 pinMode(D310, OUTPUT);
309 pinMode(D311, OUTPUT);
310 pinMode(D312, OUTPUT);
311 pinMode(D313, OUTPUT);
312 pinMode(D314, OUTPUT);
313 pinMode(D315, OUTPUT);
314 pinMode(D316, OUTPUT);
315 pinMode(D317, OUTPUT);
316 pinMode(D318, OUTPUT);
317 pinMode(D319, OUTPUT);
318 pinMode(D320, OUTPUT);
319 pinMode(D321, OUTPUT);
320 pinMode(D322, OUTPUT);
321 pinMode(D323, OUTPUT);
322 pinMode(D324, OUTPUT);
323 pinMode(D325, OUTPUT);
324 pinMode(D326, OUTPUT);
325 pinMode(D327, OUTPUT);
326 pinMode(D328, OUTPUT);
327 pinMode(D329, OUTPUT);
328 pinMode(D330, OUTPUT);
329 pinMode(D331, OUTPUT);
330 pinMode(D332, OUTPUT);
331 pinMode(D333, OUTPUT);
332 pinMode(D334, OUTPUT);
333 pinMode(D335, OUTPUT);
334 pinMode(D336, OUTPUT);
335 pinMode(D337, OUTPUT);
336 pinMode(D338, OUTPUT);
337 pinMode(D339, OUTPUT);
338 pinMode(D340, OUTPUT);
339 pinMode(D341, OUTPUT);
340 pinMode(D342, OUTPUT);
341 pinMode(D343, OUTPUT);
342 pinMode(D344, OUTPUT);
343 pinMode(D345, OUTPUT);
344 pinMode(D346, OUTPUT);
345 pinMode(D347, OUTPUT);
346 pinMode(D348, OUTPUT);
347 pinMode(D349, OUTPUT);
348 pinMode(D350, OUTPUT);
349 pinMode(D351, OUTPUT);
350 pinMode(D352, OUTPUT);
351 pinMode(D353, OUTPUT);
352 pinMode(D354, OUTPUT);
353 pinMode(D355, OUTPUT);
354 pinMode(D356, OUTPUT);
355 pinMode(D357, OUTPUT);
356 pinMode(D358, OUTPUT);
357 pinMode(D359, OUTPUT);
358 pinMode(D360, OUTPUT);
359 pinMode(D361, OUTPUT);
360 pinMode(D362, OUTPUT);
361 pinMode(D363, OUTPUT);
362 pinMode(D364, OUTPUT);
363 pinMode(D365, OUTPUT);
364 pinMode(D366, OUTPUT);
365 pinMode(D367, OUTPUT);
366 pinMode(D368, OUTPUT);
367 pinMode(D369, OUTPUT);
368 pinMode(D370, OUTPUT);
369 pinMode(D371, OUTPUT);
370 pinMode(D372, OUTPUT);
371 pinMode(D373, OUTPUT);
372 pinMode(D374, OUTPUT);
373 pinMode(D375, OUTPUT);
374 pinMode(D376, OUTPUT);
375 pinMode(D377, OUTPUT);
376 pinMode(D378, OUTPUT);
377 pinMode(D379, OUTPUT);
378 pinMode(D380, OUTPUT);
379 pinMode(D381, OUTPUT);
380 pinMode(D382, OUTPUT);
381 pinMode(D383, OUTPUT);
382 pinMode(D384, OUTPUT);
383 pinMode(D385, OUTPUT);
384 pinMode(D386, OUTPUT);
385 pinMode(D387, OUTPUT);
386 pinMode(D388, OUTPUT);
387 pinMode(D389, OUTPUT);
388 pinMode(D390, OUTPUT);
389 pinMode(D391, OUTPUT);
390 pinMode(D392, OUTPUT);
391 pinMode(D393, OUTPUT);
392 pinMode(D394, OUTPUT);
393 pinMode(D395, OUTPUT);
394 pinMode(D396, OUTPUT);
395 pinMode(D397, OUTPUT);
396 pinMode(D398, OUTPUT);
397 pinMode(D399, OUTPUT);
398 pinMode(D400, OUTPUT);
399 pinMode(D401, OUTPUT);
400 pinMode(D402, OUTPUT);
401 pinMode(D403, OUTPUT);
402 pinMode(D404, OUTPUT);
403 pinMode(D405, OUTPUT);
404 pinMode(D406, OUTPUT);
405 pinMode(D407, OUTPUT);
406 pinMode(D408, OUTPUT);
407 pinMode(D409, OUTPUT);
408 pinMode(D410, OUTPUT);
409 pinMode(D411, OUTPUT);
410 pinMode(D412, OUTPUT);
411 pinMode(D413, OUTPUT);
412 pinMode(D414, OUTPUT);
413 pinMode(D415, OUTPUT);
414 pinMode(D416, OUTPUT);
415 pinMode(D417, OUTPUT);
416 pinMode(D418, OUTPUT);
417 pinMode(D419, OUTPUT);
418 pinMode(D420, OUTPUT);
419 pinMode(D421, OUTPUT);
420 pinMode(D422, OUTPUT);
421 pinMode(D423, OUTPUT);
422 pinMode(D424, OUTPUT);
423 pinMode(D425, OUTPUT);
424 pinMode(D426, OUTPUT);
425 pinMode(D427, OUTPUT);
426 pinMode(D428, OUTPUT);
427 pinMode(D429, OUTPUT);
428 pinMode(D430, OUTPUT);
429 pinMode(D431, OUTPUT);
430 pinMode(D432, OUTPUT);
431 pinMode(D433, OUTPUT);
432 pinMode(D434, OUTPUT);
433 pinMode(D435, OUTPUT);
434 pinMode(D436, OUTPUT);
435 pinMode(D437, OUTPUT);
436 pinMode(D438, OUTPUT);
437 pinMode(D439, OUTPUT);
438 pinMode(D440, OUTPUT);
439 pinMode(D441, OUTPUT);
440 pinMode(D442, OUTPUT);
441 pinMode(D443, OUTPUT);
442 pinMode(D444, OUTPUT);
443 pinMode(D445, OUTPUT);
444 pinMode(D446, OUTPUT);
445 pinMode(D447, OUTPUT);
446 pinMode(D448, OUTPUT);
447 pinMode(D449, OUTPUT);
448 pinMode(D450, OUTPUT);
449 pinMode(D451, OUTPUT);
450 pinMode(D452, OUTPUT);
451 pinMode(D453, OUTPUT);
452 pinMode(D454, OUTPUT);
453 pinMode(D455, OUTPUT);
454 pinMode(D456, OUTPUT);
455 pinMode(D457, OUTPUT);
456 pinMode(D458, OUTPUT);
457 pinMode(D459, OUTPUT);
458 pinMode(D460, OUTPUT);
459 pinMode(D461, OUTPUT);
460 pinMode(D462, OUTPUT);
461 pinMode(D463, OUTPUT);
462 pinMode(D464, OUTPUT);
463 pinMode(D465, OUTPUT);
464 pinMode(D466, OUTPUT);
465 pinMode(D467, OUTPUT);
466 pinMode(D468, OUTPUT);
467 pinMode(D469, OUTPUT);
468 pinMode(D470, OUTPUT);
469 pinMode(D471, OUTPUT);
470 pinMode(D472, OUTPUT);
471 pinMode(D473, OUTPUT);
472 pinMode(D474, OUTPUT);
473 pinMode(D475, OUTPUT);
474 pinMode(D476, OUTPUT);
475 pinMode(D477, OUTPUT);
476 pinMode(D478, OUTPUT);
477 pinMode(D479, OUTPUT);
478 pinMode(D480, OUTPUT);
479 pinMode(D481, OUTPUT);
480 pinMode(D482, OUTPUT);
481 pinMode(D483, OUTPUT);
482 pinMode(D484, OUTPUT);
483 pinMode(D485, OUTPUT);
484 pinMode(D486, OUTPUT);
485 pinMode(D487, OUTPUT);
486 pinMode(D488, OUTPUT);
487 pinMode(D489, OUTPUT);
488 pinMode(D490, OUTPUT);
489 pinMode(D491, OUTPUT);
490 pinMode(D492, OUTPUT);
491 pinMode(D493, OUTPUT);
492 pinMode(D494, OUTPUT);
493 pinMode(D495, OUTPUT);
494 pinMode(D496, OUTPUT);
495 pinMode(D497, OUTPUT);
496 pinMode(D498, OUTPUT);
497 pinMode(D499, OUTPUT);
498 pinMode(D500, OUTPUT);
499 pinMode(D501, OUTPUT);
500 pinMode(D502, OUTPUT);
501 pinMode(D503, OUTPUT);
502 pinMode(D504, OUTPUT);
503 pinMode(D505, OUTPUT);
504 pinMode(D506, OUTPUT);
505 pinMode(D507, OUTPUT);
506 pinMode(D508, OUTPUT);
507 pinMode(D509, OUTPUT);
508 pinMode(D510, OUTPUT);
509 pinMode(D511, OUTPUT);
510 pinMode(D512, OUTPUT);
511 pinMode(D513, OUTPUT);
512 pinMode(D514, OUTPUT);
513 pinMode(D515, OUTPUT);
514 pinMode(D516, OUTPUT);
515 pinMode(D517, OUTPUT);
516 pinMode(D518, OUTPUT);
517 pinMode(D519, OUTPUT);
518 pinMode(D520, OUTPUT);
519 pinMode(D521, OUTPUT);
520 pinMode(D522, OUTPUT);
521 pinMode(D523, OUTPUT);
522 pinMode(D524, OUTPUT);
523 pinMode(D525, OUTPUT);
524 pinMode(D526, OUTPUT);
525 pinMode(D527, OUTPUT);
526 pinMode(D528, OUTPUT);
527 pinMode(D529, OUTPUT);
528 pinMode(D530, OUTPUT);
529 pinMode(D531, OUTPUT);
530 pinMode(D532, OUTPUT);
531 pinMode(D533, OUTPUT);
532 pinMode(D534, OUTPUT);
533 pinMode(D535, OUTPUT);
534 pinMode(D536, OUTPUT);
535 pinMode(D537, OUTPUT);
536 pinMode(D538, OUTPUT);
537 pinMode(D539, OUTPUT);
538 pinMode(D540, OUTPUT);
539 pinMode(D541, OUTPUT);
540 pinMode(D542, OUTPUT);
541 pinMode(D543, OUTPUT);
542 pinMode(D544, OUTPUT);
543 pinMode(D545, OUTPUT);
544 pinMode(D546, OUTPUT);
545 pinMode(D547, OUTPUT);
546 pinMode(D548, OUTPUT);
547 pinMode(D549, OUTPUT);
548 pinMode(D550, OUTPUT);
549 pinMode(D551, OUTPUT);
550 pinMode(D552, OUTPUT);
551 pinMode(D553, OUTPUT);
552 pinMode(D554, OUTPUT);
553 pinMode(D555, OUTPUT);
554 pinMode(D556, OUTPUT);
555 pinMode(D557, OUTPUT);
556 pinMode(D558, OUTPUT);
557 pinMode(D559, OUTPUT);
558 pinMode(D560, OUTPUT);
559 pinMode(D561, OUTPUT);
560 pinMode(D562, OUTPUT);
561 pinMode(D563, OUTPUT);
562 pinMode(D564, OUTPUT);
563 pinMode(D565, OUTPUT);
564 pinMode(D566, OUTPUT);
565 pinMode(D567, OUTPUT);
566 pinMode(D568, OUTPUT);
567 pinMode(D569, OUTPUT);
568 pinMode(D570, OUTPUT);
569 pinMode(D571, OUTPUT);
570 pinMode(D572, OUTPUT);
571 pinMode(D573, OUTPUT);
572 pinMode(D574, OUTPUT);
573 pinMode(D575, OUTPUT);
574 pinMode(D576, OUTPUT);
575 pinMode(D577, OUTPUT);
576 pinMode(D578, OUTPUT);
577 pinMode(D579, OUTPUT);
578 pinMode(D580, OUTPUT);
579 pinMode(D581, OUTPUT);
580 pinMode(D582, OUTPUT);
581 pinMode(D583, OUTPUT);
582 pinMode(D584, OUTPUT);
583 pinMode(D585, OUTPUT);
584 pinMode(D586, OUTPUT);
585 pinMode(D587, OUTPUT);
586 pinMode(D588, OUTPUT);
587 pinMode(D589, OUTPUT);
588 pinMode(D590, OUTPUT);
589 pinMode(D591, OUTPUT);
590 pinMode(D592, OUTPUT);
591 pinMode(D593, OUTPUT);
592 pinMode(D594, OUTPUT);
593 pinMode(D595, OUTPUT);
594 pinMode(D596, OUTPUT);
595 pinMode(D597, OUTPUT);
596 pinMode(D598, OUTPUT);
597 pinMode(D599, OUTPUT);
598 pinMode(D600, OUTPUT);
599 pinMode(D601, OUTPUT);
600 pinMode(D602, OUTPUT);
601 pinMode(D603, OUTPUT);
602 pinMode(D604, OUTPUT);
603 pinMode(D605, OUTPUT);
604 pinMode(D606, OUTPUT);
605 pinMode(D607, OUTPUT);
606 pinMode(D608, OUTPUT);
607 pinMode(D609, OUTPUT);
608 pinMode(D610, OUTPUT);
609 pinMode(D611, OUTPUT);
610 pinMode(D612, OUTPUT);
611 pinMode(D613, OUTPUT);
612 pinMode(D614, OUTPUT);
613 pinMode(D615, OUTPUT);
614 pinMode(D616, OUTPUT);
615 pinMode(D617, OUTPUT);
616 pinMode(D618, OUTPUT);
617 pinMode(D619, OUTPUT);
618 pinMode(D620, OUTPUT);
619 pinMode(D621, OUTPUT);
620 pinMode(D622, OUTPUT);
621 pinMode(D623, OUTPUT);
622 pinMode(D624, OUTPUT);
623 pinMode(D625, OUTPUT);
624 pinMode(D626, OUTPUT);
625 pinMode(D627, OUTPUT);
626 pinMode(D628, OUTPUT);
627 pinMode(D629, OUTPUT);
628 pinMode(D630, OUTPUT);
629 pinMode(D631, OUTPUT);
630 pinMode(D632, OUTPUT);
631 pinMode(D633, OUTPUT);
632 pinMode(D634, OUTPUT);
633 pinMode(D635, OUTPUT);
634 pinMode(D636, OUTPUT);
635 pinMode(D637, OUTPUT);
636 pinMode(D638, OUTPUT);
637 pinMode(D639, OUTPUT);
638 pinMode(D640, OUTPUT);
639 pinMode(D641, OUTPUT);
640 pinMode(D642, OUTPUT);
641 pinMode(D643, OUTPUT);
642 pinMode(D644, OUTPUT);
643 pinMode(D645, OUTPUT);
644 pinMode(D646, OUTPUT);
645 pinMode(D647, OUTPUT);
646 pinMode(D648, OUTPUT);
647 pinMode(D649, OUTPUT);
648 pinMode(D650, OUTPUT);
649 pinMode(D651, OUTPUT);
650 pinMode(D652, OUTPUT);
651 pinMode(D653, OUTPUT);
652 pinMode(D654, OUTPUT);
653 pinMode(D655, OUTPUT);
654 pinMode(D656, OUTPUT);
655 pinMode(D657, OUTPUT);
656 pinMode(D658, OUTPUT);
657 pinMode(D659, OUTPUT);
658 pinMode(D660, OUTPUT);
659 pinMode(D661, OUTPUT);
660 pinMode(D662, OUTPUT);
661 pinMode(D663, OUTPUT);
662 pinMode(D664, OUTPUT);
663 pinMode(D665, OUTPUT);
664 pinMode(D666, OUTPUT);
665 pinMode(D667, OUTPUT);
666 pinMode(D668, OUTPUT);
667 pinMode(D669, OUTPUT);
668 pinMode(D670, OUTPUT);
669 pinMode(D671, OUTPUT);
670 pinMode(D672, OUTPUT);
671 pinMode(D673, OUTPUT);
672 pinMode(D674, OUTPUT);
673 pinMode(D675, OUTPUT);
674 pinMode(D676, OUTPUT);
675 pinMode(D677, OUTPUT);
676 pinMode(D678, OUTPUT);
677 pinMode(D679, OUTPUT);
678 pinMode(D680, OUTPUT);
679 pinMode(D681, OUTPUT);
680 pinMode(D682, OUTPUT);
681 pinMode(D683, OUTPUT);
682 pinMode(D684, OUTPUT);
683 pinMode(D685, OUTPUT);
684 pinMode(D686, OUTPUT);
685 pinMode(D687, OUTPUT);
686 pinMode(D688, OUTPUT);
687 pinMode(D689, OUTPUT);
688 pinMode(D690, OUTPUT);
689 pinMode(D691, OUTPUT);
690 pinMode(D692, OUTPUT);
691 pinMode(D693, OUTPUT);
692 pinMode(D694, OUTPUT);
693 pinMode(D695, OUTPUT);
694 pinMode(D696, OUTPUT);
695 pinMode(D697, OUTPUT);
696 pinMode(D698, OUTPUT);
697 pinMode(D699, OUTPUT);
698 pinMode(D700, OUTPUT);
699 pinMode(D701, OUTPUT);
700 pinMode(D702, OUTPUT);
701 pinMode(D703, OUTPUT);
702 pinMode(D704, OUTPUT);
703 pinMode(D705, OUTPUT);
704 pinMode(D706, OUTPUT);
705 pinMode(D707, OUTPUT);
706 pinMode(D708, OUTPUT);
707 pinMode(D709, OUTPUT);
708 pinMode(D710, OUTPUT);
709 pinMode(D711, OUTPUT);
710 pinMode(D712, OUTPUT);
711 pinMode(D713, OUTPUT);
712 pinMode(D714, OUTPUT);
713 pinMode(D715, OUTPUT);
714 pinMode(D716, OUTPUT);
715 pinMode(D717, OUTPUT);
716 pinMode(D718, OUTPUT);
717 pinMode(D719, OUTPUT);
718 pinMode(D720, OUTPUT);
719 pinMode(D721, OUTPUT);
720 pinMode(D722, OUTPUT);
721 pinMode(D723, OUTPUT);
722 pinMode(D724, OUTPUT);
723 pinMode(D725, OUTPUT);
724 pinMode(D726, OUTPUT);
725 pinMode(D727, OUTPUT);
726 pinMode(D728, OUTPUT);
727 pinMode(D729, OUTPUT);
728 pinMode(D730, OUTPUT);
729 pinMode(D731, OUTPUT);
730 pinMode(D732, OUTPUT);
731 pinMode(D733, OUTPUT);
732 pinMode(D734, OUTPUT);
733 pinMode(D735, OUTPUT);
734 pinMode(D736, OUTPUT);
735 pinMode(D737, OUTPUT);
736 pinMode(D738, OUTPUT);
737 pinMode(D739, OUTPUT);
738 pinMode(D740, OUTPUT);
739 pinMode(D741, OUTPUT);
740 pinMode(D742, OUTPUT);
741 pinMode(D743, OUTPUT);
742 pinMode(D744, OUTPUT);
743 pinMode(D745, OUTPUT);
744 pinMode(D746, OUTPUT);
745 pinMode(D747, OUTPUT);
746 pinMode(D748, OUTPUT);
747 pinMode(D749, OUTPUT);
748 pinMode(D750, OUTPUT);
749 pinMode(D751, OUTPUT);
750 pinMode(D752, OUTPUT);
751 pinMode(D753, OUTPUT);
752 pinMode(D754, OUTPUT);
753 pinMode(D755, OUTPUT);
754 pinMode(D756, OUTPUT);
755 pinMode(D757, OUTPUT);
756 pinMode(D758, OUTPUT);
757 pinMode(D759, OUTPUT);
758 pinMode(D760, OUTPUT);
759 pinMode(D761, OUTPUT);
760 pinMode(D762, OUTPUT);
761 pinMode(D763, OUTPUT);
762 pinMode(D764, OUTPUT);
763 pinMode(D765, OUTPUT);
764 pinMode(D766, OUTPUT);
765 pinMode(D767, OUTPUT);
766 pinMode(D768, OUTPUT);
767 pinMode(D769, OUTPUT);
768 pinMode(D770, OUTPUT);
769 pinMode(D771, OUTPUT);
770 pinMode(D772, OUTPUT);
771 pinMode(D773, OUTPUT);
772 pinMode(D774, OUTPUT);
773 pinMode(D775, OUTPUT);
774 pinMode(D776, OUTPUT);
775 pinMode(D777, OUTPUT);
776 pinMode(D778, OUTPUT);
777 pinMode(D779, OUTPUT);
778 pinMode(D780, OUTPUT);
779 pinMode(D781, OUTPUT);
780 pinMode(D782, OUTPUT);
781 pinMode(D783, OUTPUT);
782 pinMode(D784, OUTPUT);
783 pinMode(D785, OUTPUT);
784 pinMode(D786, OUTPUT);
785 pinMode(D787, OUTPUT);
786 pinMode(D788, OUTPUT);
787 pinMode(D789, OUTPUT);
788 pinMode(D790, OUTPUT);
789 pinMode(D791, OUTPUT);
790 pinMode(D792, OUTPUT);
791 pinMode(D793, OUTPUT);
792 pinMode(D794, OUTPUT);
793 pinMode(D795, OUTPUT);
794 pinMode(D796, OUTPUT);
795 pinMode(D797, OUTPUT);
796 pinMode(D798, OUTPUT);
797 pinMode(D799, OUTPUT);
798 pinMode(D800, OUTPUT);
799 pinMode(D801, OUTPUT);
800 pinMode(D802, OUTPUT);
801 pinMode(D803, OUTPUT);
802 pinMode(D804, OUTPUT);
803 pinMode(D805, OUTPUT);
804 pinMode(D806, OUTPUT);
805 pinMode(D807, OUTPUT);
806 pinMode(D808, OUTPUT);
807 pinMode(D809, OUTPUT);
808 pinMode(D810, OUTPUT);
809 pinMode(D811, OUTPUT);
810 pinMode(D812, OUTPUT);
811 pinMode(D813, OUTPUT);
812 pinMode(D814, OUTPUT);
813 pinMode(D815, OUTPUT);
814 pinMode(D816, OUTPUT);
815 pinMode(D817, OUTPUT);
816 pinMode(D818, OUTPUT);
817 pinMode(D819, OUTPUT);
818 pinMode(D820, OUTPUT);
819 pinMode(D821, OUTPUT);
820 pinMode(D822, OUTPUT);
821 pinMode(D823, OUTPUT);
822 pinMode(D824, OUTPUT);
823 pinMode(D825, OUTPUT);
824 pinMode(D826, OUTPUT);
825 pinMode(D827, OUTPUT);
826 pinMode(D828, OUTPUT);
827 pinMode(D829, OUTPUT);
828 pinMode(D830, OUTPUT);
829 pinMode(D831, OUTPUT);
830 pinMode(D832, OUTPUT);
831 pinMode(D833, OUTPUT);
832 pinMode(D834, OUTPUT);
833 pinMode(D835, OUTPUT);
834 pinMode(D836, OUTPUT);
835 pinMode(D837, OUTPUT);
836 pinMode(D838, OUTPUT);
837 pinMode(D839, OUTPUT);
838 pinMode(D840, OUTPUT);
839 pinMode(D841, OUTPUT);
840 pinMode(D842, OUTPUT);
841 pinMode(D843, OUTPUT);
842 pinMode(D844, OUTPUT);
843 pinMode(D845, OUTPUT);
844 pinMode(D846, OUTPUT);
845 pinMode(D847, OUTPUT);
846 pinMode(D848, OUTPUT);
847 pinMode(D849, OUTPUT);
848 pinMode(D850, OUTPUT);
84
```

Figura 4.
Parte interna del módulo de control.



Fuente: Elaboración Propia (2023)

En la Figura 5 se observa el sistema completo instalado junto a una colmena para realizar las pruebas en un ambiente controlado. Es importante mencionar que en la Figura 5 fue para verificar el funcionamiento del sistema dosificador electrónico en una etapa preliminar, en ello se verificó la programación y que la instalación del contenedor, mangueras y el sistema electrónico sea la más adecuada.

Figura 5.
Implementación del sistema electrónico en una colmena de prueba.



III. RESULTADOS

Se logró el desarrollo de un sistema electrónico dosificador de plaguicida orgánico para el control de plagas en apiarios (hormiga Xula) el cual tiene la capacidad de ser programado para abrir y cerrar una electroválvula que permite el flujo del plaguicida líquido a las bases de las colmenas. En la Figura 6 a la derecha se puede observar el módulo de control la cual cuenta con un indicador LCD donde el apicultor podrá observar y programar el tiempo de apertura de la electroválvula encargada de dosificar el plaguicida. De igual forma el módulo cuenta con un botón, donde el apicultor podrá acceder a la configuración de los tiempos de dosificado, y dos potenciómetros para ajustar el tiempo de funcionamiento de las electroválvulas.

Figura 6.
Prototipo desarrollado



Fuente: Elaboración Propia (2023)

IV. CONCLUSIONES

Al finalizar la primera etapa del proyecto se logró el diseño del sistema electrónico dosificador de plaguicida orgánico, se realizaron las pruebas piloto donde se verificó el buen funcionamiento del prototipo y con ello se demostró que es posible mantener las bases de las colmenas humedecidas con plaguicida, de manera que las plagas terrestres se mantengan lejos de ellas. De igual forma se observó que el uso de las hojas del neem presenta propiedades adecuadas para el control de plagas terrestres en apiarios, por lo que se propone continuar con el estudio de esta planta con el apoyo de profesores del área de química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bilik, S., Kratochvila, L., Ligocki, A., Bostik, O., Zemcik, T., Hybl, M., . . . Zalud, L. (2021). Visual Diagnosis of the Varroa Destructor Parasitic Mite in Honeybees Using Object Detector Techniques. *Sensores*, 21(8).
- Bjerge, K., Frigaard, C. E., Mikkelsen, P. H., Nielsen, T. H., Misbih, M., & Kryger, P. (2019). A computer vision system to monitor the infestation level of Varroa destructor in a honeybee colony. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164.
- Bjerge, K., Nielsen, J., Videbæk Sepstrup, M., Helsing-Nielsen, F., & Høye, T. (2020). A light trap and computer vision system to detect and classify live moths (Lepidoptera) using tracking and deep learning. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture*, 1-16.
- Braga, A. R., Gomes, D. G., Richard, R., Hassler, E. E., M., B., & A, J. (2020). A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169.
- Chazette, L., & Becker, M. &. (2016). Basic algorithms for bee hive monitoring and laser-based mite control. 2016 IEEE symposium series on computational intelligence (SSCI), 1-8.
- González, I. G. (2014). El uso de plaguicidas altamente peligrosos en la Península de Yucatán. *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México*, 279-314.
- Haón Ramírez, J. D. (2022). Evaluación de efectos letales de insumos agrícolas en abejas melíferas (*Apis mellifera*). Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador.
- Hsu, K. T., Chen, C. H., Chen, Z. H., Hong, S. s., Wang, C. T., & Chen, W. P. (2021). Beehive with Low-energy of High-voltage Shock Against Killer Hornets. 2021 International Conference on Electronic Communications, Internet of Things and Big Data (ICEIB).
- Martín-Culma, N. Y.-S. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232-240.
- Martínez, P. J., Cetzal, I. W., González, V. N., Casanova, L. F., & Saikat, K. B. (2018). Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 5(1), 44-53.
- Naciones Unidas. (24 de agosto de 2023). Día Mundial de las Abejas. Obtenido de <https://www.un.org/es/observances/bee-day>
- Picek, L., Novozamsky, A., Frydrychova, R., Zitova, B., & Mach, P. (2022). Monitoring of Varroa infestation rate in beehives: a simple AI approach. 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 3341-3345.
- Raquel, M. (2022). Enemigos de las abejas. *Dossier Técnico*, 115, 3-6.
- Robustillo, M. C., Pérez, C. J., & Parra, M. I. (2022). Predicting internal conditions of beehives using precision beekeeping. *Biosystems Engineering*, 221, 19-29.
- Zaman, A., & Dorin, A. (2023). A framework for better sensor-based beehive health monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*, 210.