

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivos generales	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Estructura de la memoria	4
2. Marco Teórico y Estado del Arte	6
2.1. Puertas de seguridad disponibles en el comercio	6
2.1.1. Comercio nacional	6
2.1.2. Comercio internacional	8
2.2. Sistemas embebidos	9
2.2.1. Arquitectura de hardware y componentes	9
2.2.2. Arquitectura de software de un sistema embebido	11
2.2.3. Máquinas de estado	12
2.2.3.1. Máquina de Moore	12
2.2.3.2. Máquina de Mealy	13
2.3. Microcontroladores	14
2.3.1. NodeMCU	14
2.3.2. Arduino Pro Mini	16
2.4. Sensores	17
2.4.1. Sensor infrarrojo	18
2.4.2. Sensor de ángulo	18
2.4.3. Sensor magnético	19
2.4.4. Sensor ultrasónico	19
2.4.5. Sensor de presión	20
3. Diseño del sistema embebido	21
3.1. Requerimientos del sistema embebido	22
3.2. Diseño del sistema embebido	23
3.2.1. Alimentación del sistema	23
3.2.2. Sensores	25
3.2.2.1. Detección de E1	27
3.2.2.2. Detección de E2	27

3.2.3.	Alarma sonora	27
3.2.4.	Controlador	27
3.2.5.	Diseño del <i>firmware</i> de control del sistema embebido	29
4.	Implementación del sistema embebido	31
4.1.	Diagrama circuital e implementación del <i>firmware</i> de control	31
4.2.	Prototipado en placa de cobre	32
4.3.	Impresión y montaje en placa PCB	33
4.4.	Carcasa de contención del sistema embebido	34
4.5.	Integración con la puerta base	34
4.6.	Estimación del costo unitario del producto final	35
4.7.	Implementación de primera versión	36
4.7.1.	CPU	36
4.7.2.	Alimentación	36
4.7.3.	Sensores	38
4.7.3.1.	Detección de E1	38
4.7.3.2.	Detección de E2	40
4.7.4.	Alarma sonora	41
4.7.5.	Firmware de control del sistema embebido	42
4.8.	Ensamble del primer prototipo	43
4.8.1.	Montaje en placa de cobre	44
4.8.2.	Reducción y evaluación del consumo energético del sistema embebido	45
4.9.	Rediseño del sistema embebido	46
4.9.1.	Arduino Pro Mini	46
4.9.2.	Alimentación del sistema basado en el Arduino Pro Mini	47
4.10.	Implementación basada en el Arduino Pro Mini	48
4.10.1.	Implementación del <i>firmware</i> de control	49
4.10.2.	Consumo energético del sistema embebido	50
4.11.	Implementación final en placa PCB	50
4.12.	Implementación de carcasa de contención	52
4.12.1.	Primera implementación	52
4.12.2.	Implementación final	53
4.13.	Integración del sistema embebido con la puerta base	54
4.14.	Estimación de costo unitario del producto final	55
5.	Conclusiones	57
	Bibliografía	58
	Apéndice A.	61
A.1.	Evolución de la masa en infantes desde los 0 a los 5 años	61
A.2.	Código de control del NodeMCU	62
A.3.	Código de control del Arduino Pro Mini	66