Manual Técnico – Módulo Interactivo: Cuadrado Mágico

# Índice

1. Introducción  
2. Objetivo del módulo  
3. Descripción general del funcionamiento  
4. Componentes utilizados  
5. Conexiones electrónicas  
6. Esquema de conexión Arduino  
7. Esquema sistema RFID  
8. Código Arduino  
9. Modos de funcionamiento  
10. Mantenimiento y sugerencias  
11. Anexos

# 1. Introducción

El **Cuadrado Mágico** es un módulo interactivo compuesto por dos partes principales: una **consola** y un **lienzo**, conectadas entre sí mediante un cable de comunicación. La consola cuenta con **9 sensores RFID** que permiten reconocer **nueve fichas distintas**. Según la posición en que el usuario coloca cada ficha, el sistema activa una serie de **luces LED** en el lienzo, representando un patrón visual determinado.

Además, se muestran en **displays numéricos** las **sumas horizontales y verticales** que resultan de la disposición de las fichas, simulando un cuadrado mágico. Este mecanismo permite al visitante experimentar activamente con las composiciones numéricas, tal como lo hacía la artista **Cornelia Vargas**, en cuyas obras se inspira el módulo.

El sistema utiliza tecnología basada en **Arduino Nano y Arduino Mega**, **lectores RFID**, **displays LED**, y una **fuente de poder externa**. Si bien el módulo no está dirigido a un grupo etario específico, su estructura fue diseñada con una **altura adecuada para niños**, promoviendo así la participación de públicos diversos.

La propuesta busca **poner en valor el método compositivo de Cornelia Vargas**, permitiendo que las personas interactúen directamente con una lógica visual y matemática que formó parte de su lenguaje artístico.

Este módulo se encuentra instalado en el **segundo piso del MIM**, dentro de la **sala de Matemáticas**. Forma parte de una serie de experiencias que buscan vincular el arte, la lógica matemática y la participación activa del público a través de la manipulación de objetos físicos y tecnología interactiva.

# 2. Objetivo del módulo

Describe el objetivo técnico y educativo del módulo.

# 3. Descripción general del funcionamiento

Explica paso a paso cómo funciona el módulo para el usuario.

# 4. Componentes utilizados

Completa la tabla con los componentes del sistema:

| **Componente** | **Cantidad** | **Descripción técnica / Modelo** | **Ubicación / Observaciones** |
| --- | --- | --- | --- |
| Sensor RFID | 9 | Lectores RFID (ej. RC522) | En la **consola**, uno por cada ficha |
| Arduino Nano | 3 | Microcontroladores | En la **consola**, gestión de sensores y lógica local |
| Arduino Mega | 2 | Microcontrolador principal | Uno en **consola**, uno en **lienzo** |
| Shield (expansión) | 1 | Shield para Arduino (especificar tipo) | En la **consola**, facilita conexiones de sensores |
| Chip MAX7219 | 2 | Controlador de displays | En la **consola**, para manejar los displays numéricos |
| Chip MAX485 | 2 | Comunicación serial RS-485 | Uno **transmisor** en consola, uno **receptor** en lienzo |
| Fuente de poder | 11 | 5V o 12V según necesidad | 1 en **consola**, 10 en **lienzo** |
| Display numérico | 2 (o más) | Controlado por MAX7219 | Muestran sumas horizontales y verticales |
| Sistema de comunicación | 1 | Cableado físico + chips MAX485 | Conecta consola y lienzo |
| LEDs | varios | LED individuales de colores (rojo, verde…) | En el **lienzo**, representan visualmente los valores |

# 5. Conexiones electrónicas

Lista cada conexión entre los elementos.

**Arduino Mega Consola Maestro**

| **Componente** | **Conectado a…** | **Función / Descripción** |
| --- | --- | --- |
| Arduino Mega (consola) | Cable arcoíris (desde shield) | Envía datos de suma hacia displays |
| Cable arcoíris | Placa secundaria con MAX7219 | Transfiere señales de control y datos |
| MAX7219 (1) | Displays horizontales | Muestra suma de cada fila (3 valores) |
| MAX7219 (2) | Displays verticales | Muestra suma de cada columna (3 valores) |
| 5V / GND | Fuente de poder | Alimentación del sistema de visualización |

**PCB RFID Arduinos Nano**

| **Conexión en PCB** | **Componente conectado** | **Descripción / función** |
| --- | --- | --- |
| Arduino Nano 1 | Sensor RFID 1, 2, 3 | Lectura de fichas (fila 1 del cuadrado) |
| Arduino Nano 2 | Sensor RFID 4, 5, 6 | Lectura de fichas (fila 2) |
| Arduino Nano 3 | Sensor RFID 7, 8, 9 | Lectura de fichas (fila 3) |
| RX/TX de cada Nano | Arduino Mega (consola) | Comunicación serie hacia el controlador central |
| 5V / GND compartido | Fuente de poder | Alimentación común a toda la PCB |
| SPI/I2C líneas (si aplica) | RFID y Arduino | Comunicación interna |

**Arduino mega lienzo**

| **Pin Arduino Mega (Lienzo)** | **Componente conectado** | **Descripción / función** |
| --- | --- | --- |
| RX (Serial / MAX485 RO) | MAX485 (receptor) | Recibe datos desde consola |
| Pines digitales (Dx) | LEDs (varios) | Encendido individual según patrón |
| 5V / GND | Fuente de poder | Alimentación del Arduino y LEDs |

# 6. Esquema de conexión Arduino

Inserta aquí el diagrama del circuito o deja espacio para agregarlo más adelante.

# 7. Esquema sistema RFID

Describe cómo funciona el sistema RFID y qué hace al detectar una tarjeta.

El sistema RFID del módulo **Cuadrado Mágico** está compuesto por **nueve lectores RFID**, cada uno asignado a una posición del cuadrado 3x3 en la consola. Estos lectores permiten identificar fichas individuales mediante su **UID (identificador único)**, determinando así su posición y valor en el tablero.

Los lectores están organizados de la siguiente manera:

* Cada **tres sensores RFID** son gestionados por **un Arduino Nano**.
* Los tres Arduinos Nano están integrados en una **PCB común**, desde donde se centraliza la alimentación y comunicación.
* Cada Arduino Nano envía los UID leídos al **Arduino Mega de la consola**, que se encarga de procesar la disposición total de las fichas.

Una vez que los UID son leídos:

1. El sistema reconoce qué ficha está sobre qué sensor.
2. Se calcula el valor asignado a cada ficha.
3. Se activan los subsistemas: LEDs en el lienzo y displays numéricos en la consola.

**Flujo del sistema RFID**

Fichas RFID → Lectores RFID → Arduino Nano → Arduino Mega (consola)

→ Envía datos → Lienzo (LEDs) + Consola (Displays de suma)

### Cuidados y datos útiles para la instalación del sistema RFID

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema RFID y evitar daños a sus componentes, se deben seguir las siguientes recomendaciones técnicas y de manipulación:

1. **Fragilidad del cristal de los sensores RFID:** Cada sensor RFID contiene un **cristal interno delicado**, por lo que al cerrar las teclas o estructuras que lo cubren, es fundamental asegurarse de que **no quede presionado ni forzado**. Si el cristal se aprieta, puede **fallar o dejar de funcionar**.
2. **Sensibilidad al ruido electromagnético:** Algunos sensores pueden ser más susceptibles a interferencias eléctricas. Si durante las pruebas un sensor presenta lecturas erráticas o no responde, se recomienda **reemplazarlo por otro**.
3. **Ajuste firme de teclas:** Las cubiertas o teclas que alojan los sensores deben cerrarse **apretando con delicadeza y precisión**, para garantizar que queden bien fijadas y no interfieran con el funcionamiento del RFID.
4. **Orientación correcta del cable ribbon:** El sistema utiliza un **cable plano tipo ribbon** para conectar los sensores. La **línea roja del cable** corresponde a los **3.3V**, y debe orientarse:  
   * Hacia la línea de 3.3V en la PCB y el el RFID
   * Del **lado de los sensores RFID**.
5. Conectar el cable al revés puede ser **peligroso para la PCB y los sensores**, ya que podría dañarlos de forma permanente.
6. **Conexión precisa del conector IDC y ubicación correcta:** Para conectar correctamente cada sensor RFID, se debe:  
   * Introducir primero el **cable ribbon por el agujero** de la estructura (desde abajo o lateral, según el diseño).
   * Luego conectar el pin IDC en el lector RFID.
   * Es muy importante que los pines del RFID se conecten en la **hilera de agujeros del ribbon que se encuentra más al exterior de la tecla**, ya que esa es la línea diseñada para la alimentación y datos correctos.
   * Finalmente, **empujar con cuidado** el conjunto para que todo quede en su lugar, sin ejercer presión innecesaria.

*Estas recomendaciones deben seguirse en cada intervención técnica, prueba o montaje, para evitar fallas y prolongar la vida útil del sistema.*

# 8. Código Arduino

Inserta aquí el código del módulo con comentarios explicativos.

# 9. Modos de funcionamiento

Indica si hay más de un modo de uso y cómo se activa cada uno.

# 10. Mantenimiento y sugerencias

Lista consejos útiles para mantener el módulo funcionando.

El módulo **Cuadrado Mágico** no requiere mantenciones periódicas, pero sí debe ser intervenido en caso de fallas de lectura, funcionamiento incorrecto o desgaste de componentes. A continuación, se detallan las principales consideraciones y pasos recomendados para un mantenimiento seguro y efectivo:

**IMPORTANTE:** Siempre encender primero la consola y luego el lienzo. Encender el lienzo antes puede generar errores de comunicación que se reflejan en comportamientos anómalos en los LEDs.

### Tareas generales de mantenimiento

* **Diagnóstico inicial:** Se debe identificar la causa del problema observando los síntomas. Esto permite determinar si se trata de una falla menor (reajuste de cables, reinicio) o si es necesario reemplazar un componente.
* **Verificación de sensores y componentes:**
  + Comprobar estado y respuesta de sensores RFID.
  + Observar el funcionamiento de los displays numéricos y los LEDs.
  + Confirmar que las conexiones internas no estén sueltas o invertidas.

### ⚠️ Fallas comunes y soluciones

| **Falla detectada** | **Posible causa** | **Solución recomendada** |
| --- | --- | --- |
| Sensor RFID no lee | Cable suelto o defectuoso / Sensor dañado | Reajustar o cambiar el cable, o reemplazar el lector RFID |
| Displays verticales apagados | Ruido eléctrico desde la fuente cercana | Reiniciar la consola **desconectando y conectando**, siguiendo el orden correcto |
| Lienzo muestra información errónea | Encendido incorrecto (orden invertido) | Apagar todo, **encender primero la consola y luego el lienzo** para restablecer comunicación |
| Lecturas erráticas en general | Mal contacto o interferencia | Revisar conexiones internas, cables ribbon y fuentes de poder |

### Recomendaciones de seguridad y manipulación

1. **Apertura de la consola:**
   * **Levantar siempre desde el lado izquierdo.**
   * En el lado derecho hay cables conectados a los displays (ubicados en la tapa superior), por lo que se deben **desconectar antes de retirar la tapa** completamente.
   * De otra manera se deberá abrir la puerta inferior derecha hacer la desconexión de los cables del display y luego retirar la tapa superior
2. **Puertas interiores:**
   * Al abrir las dos puertas inferiores (derecha e izquierda), hacerlo con **mucho cuidado para no forzar cables internos**.
   * Cerrar con precaución para no dañar componentes ni aplastar cables o teclas.
3. **Cierre de teclas:**
   * Al reinstalar las teclas (superficie con sensores RFID), asegurarse de que **queden bien encajadas pero sin presionar los sensores**.

### Reemplazo de componentes

* **Componentes fácilmente reemplazables:**
  + Sensores RFID
  + Cables ribbon
  + Arduinos Nano o Mega
  + Displays numéricos
  + Fuente de poder

### Herramientas necesarias

* **Para ajustes básicos:**
  + Destornillador de cruz
  + Destornillador plano
  + Llaves Allen (en pulgadas)
* **Para intervención avanzada:**
  + Notebook con software Arduino
  + Arduino programado con el código correspondiente
  + Tester (si se requiere verificar voltaje o continuidad)

*Siguiendo estos pasos se puede mantener el módulo en condiciones óptimas, evitando fallas mayores y prolongando su vida útil.*

# 11. Anexos

Agrega links, imágenes o documentos adjuntos.