



# MICRO CONTROLADORES

Cómo construir tecnología  
de la mano de un circuito  
integrado desde cero.

Teoría y prácticas sobre el módulo #004



# ¿POR QUÉ MICROCONTROLADORES?

Desde tu smartphone hasta vehículos autónomos, todo funciona con microcontroladores (MCU - MicroController Unit).

El ATmega328P es tu puerta de entrada al mundo de la electrónica embebida. Cada segundo, millones de decisiones automatizadas mejoran eficiencia energética, seguridad vehicular y calidad de vida.

La demanda de ingenieros especializados en sistemas embebidos crece 15% anual.

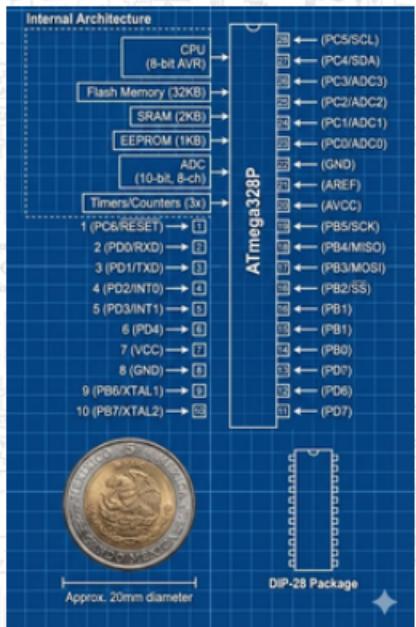


# EL CEREBRO DIGITAL

## ATMEGA328P

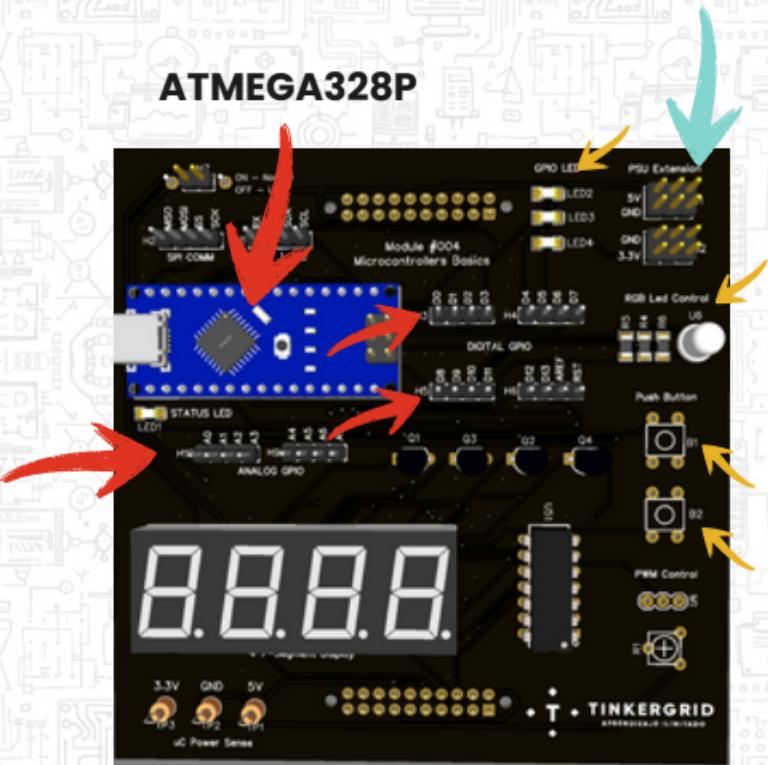
- 32KB Flash (memoria de programa)
- 2KB SRAM (Static Random Access Memory)
- 1KB EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)
- 16MHz de velocidad. Pequeño pero poderoso como el procesador de tu smartwatch. Este chip ejecuta 16 millones de instrucciones por segundo (16 MIPS - Million Instructions Per Second).
- Arquitectura Harvard separa datos de programa para máxima eficiencia.

Aprenderás a programar el corazón de dispositivos IoT que consumen menos energía que un foco LED de tu casa.



# CONOCIENDO TU PROTOBOARD CANVAS

ATMEGA328P



01.

Fuente de poder:  
Energía lista para  
usar.

02.

Periféricos: LEDs  
(salidas) y Botones  
(entradas) pre-  
soldados.

03.

GPIOs: Analogicos y  
Digitales, extendido  
del ATMEGA328P.

# PRÁCTICA 1 – GPIO DIGITAL: LOS NERVIOS DEL SISTEMA

## INSTRUCCIONES

- **GPIO (General Purpose Input/Output)** son los nervios digitales del microcontrolador.
- LEDs y botones representan fundamentos de toda interfaz humano-máquina (**HMI - Human Machine Interface**).
- Desde semáforos inteligentes hasta sistemas de alarma domótica y **PLC (Programmable Logic Controller)** industriales.
- Controlar estados digitales es la base de automatización industrial y doméstica moderna.
- Cada pin **GPIO** puede suministrar 20mA, suficiente para LEDs indicadores.
- La velocidad de conmutación alcanza varios MHz, permitiendo comunicación digital de alta velocidad.

## SECCIÓN DE LA TARJETA



**Tu reto:** Sigue las instrucciones en pantalla para cargar la práctica 1.

# TEORÍA 1 - GPIO DIGITAL: ESTADOS LÓGICOS FUNDAMENTALES

## BITS DE TEORÍA

HIGH (5V) = 1 lógico, LOW (0V) = 0 lógico.

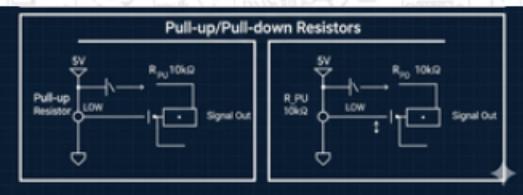
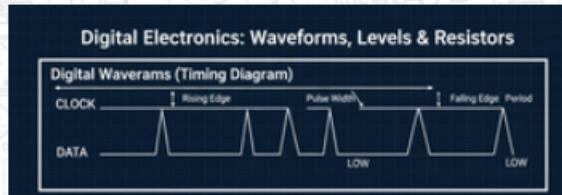
Como interruptores ultrarrápidos que comutan en nanosegundos.

Tu smartphone usa millones de estos estados para procesar datos mediante álgebra booleana.

Niveles TTL (Transistor-Transistor Logic):  $V_{IH} > 2V$  (entrada HIGH),  $V_{IL} < 0.8V$  (entrada LOW).

Resistencias pull-up internas ( $20\text{--}50\text{k}\Omega$ ) evitan estados flotantes. Investiga a fondo esto, busca sobre la comunicación digital, protocolos SPI (Serial Peripheral Interface), I2C (Inter-Integrated Circuit) y UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).

Este es el fundamento de toda lógica computacional moderna.



# PRÁCTICA 2: ADC, DEL MUNDO ANALÓGICO AL DIGITAL

## INSTRUCCIONES

- Un **ADC** (Analog-to-Digital Converter) convierte señales continuas en valores discretos procesables.
- Los vemos en sensores de temperatura (termistores, LM35), luz (fotoresistores, fotodiodos), presión (piezoresistivos), humedad capacitivos.
- El **ADC** del ATmega328P usa **aproximación sucesiva (SAR - Successive Approximation Register)** con tiempo de conversión de 13-260µs.
- **Lo mismo** que tu micrófono convierte ondas sonoras en datos digitales para Siri o Alexa.
- También podemos crear sistemas de monitoreo ambiental, instrumentación médica y control de procesos industriales.
- Permite crear sistemas de adquisición de datos (DAQ - Data Acquisition) profesionales.

## SECCIÓN DE LA TARJETA



**Tu reto:** Sigue las instrucciones en pantalla para cargar la práctica 2.

# TEORÍA 2 – GPIO ANALÓGICO

## CUANTIFICACIÓN DE LA REALIDAD

### BITS DE TEORÍA

Un ADC puede tomar muestras en una tasa de 10 bits = 1024 niveles de resolución (Del 0 al 1023).

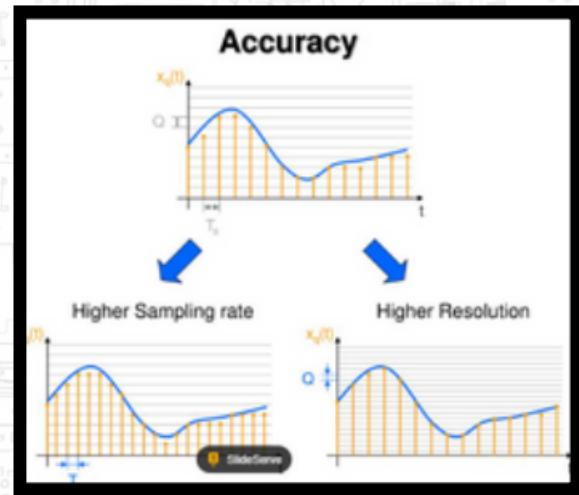
Como píxeles en esta pantalla: a mayor resolución, tenemos una mayor precisión.

En el ADC, el rango va de 0-5V dividido en 1024 pasos = **4.88mV por cada LSB (Bit menos significativo)**.

Frecuencia de muestreo máxima 15kSPS (mil muestras por segundo) cumpliendo el teorema de Nyquist para señales hasta 7.5kHz.  
¡Puedes investigar del tema pronto!

El SNR (Signal-to-Noise Ratio) nos ayuda a saber que, si es un dato, y que es ruido.

En teoría son 62dB para 10 bits. Esto es fundamental para crear instrumentación médica (electrocardiogramas, glucómetros), control de calidad industrial y sistemas de telemetría.



# PRÁCTICA 3: PWM Y SERVOS: CONTROL DE POTENCIA INTELIGENTE

## INSTRUCCIONES

PWM (Pulse Width Modulation) controla potencia promedio sin disipar energía como resistencias variables.

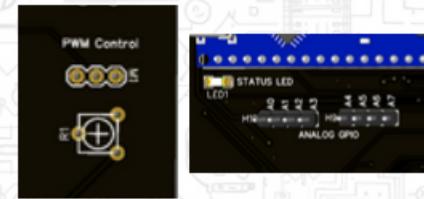
Se usa desde drones (control de velocidad ESC - Electronic Speed Controller) hasta brazos robóticos industriales.

**Los servos combinan motor DC, potenciómetro de realimentación y circuito de control en lazo cerrado. Señal PWM de 50Hz (20ms período) con pulsos de 1 a 2ms determina posición 0-180°.**

Tecnología clave en manufactura automatizada (CNC - Computer Numerical Control), robótica colaborativa (cobots) y vehículos autónomos.

**Eficiencia energética >95% vs control lineal <50%.**

## SECCIÓN DE LA TARJETA



**Tu reto:** Sigue las instrucciones en pantalla para cargar la práctica 3.

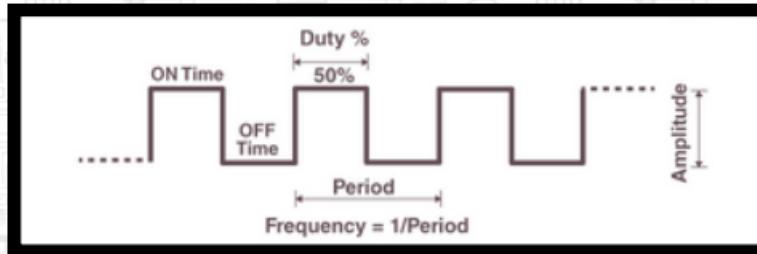
# TEORÍA 3 – PWM

## MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO

### BITS DE TEORÍA

La PWM es una técnica que **controla la potencia variando el tiempo en nivel alto de una señal digital mientras mantiene su frecuencia constante**. Como un dimmer inteligente que engaña al ojo humano y a las cargas inductivas.

- El Timer/Counter interno del MCU genera señales precisas mediante comparadores hardware.
- Tiene una resolución de 8-bit (256 niveles) en modo Fast PWM. **Frecuencia =  $F_{cpu}/(\text{prescaler} \times 256)$** .
- Esto es la base de inversores solares (**MPPT - Maximum Power Point Tracking**), control de motores BLDC (Brushless DC), sistemas HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) y fuentes conmutadas (**SMPS - Switched Mode Power Supply**).
- En teoría, los Filtros LC convierten PWM en voltaje analógico suave.



# PRÁCTICA 4 – RGB: TEORÍA DEL COLOR DIGITAL

## INSTRUCCIONES

- El **RGB (Red, Green, Blue)** genera millones de colores con 3 canales básicos mediante síntesis aditiva.
- Como las pantallas OLED (Organic Light-Emitting Diode) del super, tienen sistemas de iluminación arquitectónica DMX512 y video walls LED.
- **Cada canal usa PWM de 8 bits = 256 niveles × 3 canales = 16.7 millones de colores.**
- El RGB tiene temperatura de color ajustable (2700K-6500K), de ahí los filtros de tus redes sociales.
- **Aplicaciones:** entretenimiento (conciertos, teatros), señalización digital, terapia lumínica y agricultura vertical (espectros específicos para fotosíntesis optimizada).

## SECCIÓN DE LA TARJETA



**Tu reto:** Sigue las instrucciones en pantalla para cargar la práctica 4.

# TEORÍA 4 – RGB

## SÍNTESIS ADITIVA DE COLOR

### BITS DE TEORÍA

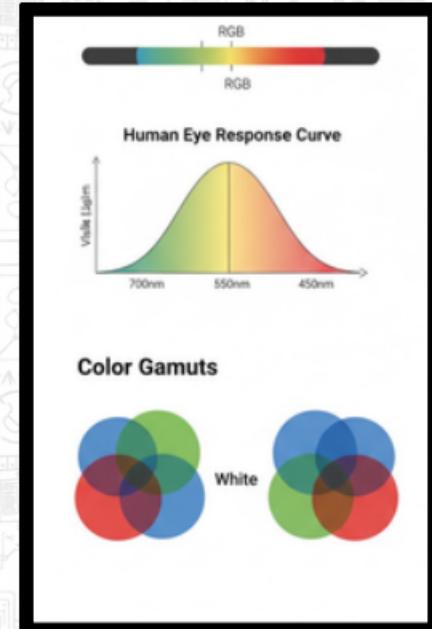
Cada color tiene una longitud de frecuencia distinta, el Rojo (700nm) + Verde (546nm) + Azul (436nm) = espectro visible completo de nuestros ojos según modelo CIE 1931.

El RGB LED de tu modulo, es el principio de televisores 4K QLED (Quantum Dot LED) y monitores gaming HDR (High Dynamic Range).

El premio Nobel 2014, logró mezclar el LED azul + fósforo amarillo y crear luz blanca, experimentando como tú.

Si usamos el Control PWM de la práctica anterior a >1kHz evita flicker perceptible en tu RGB Led.

Aplicaciones médicas: fototerapia neonatal, terapia fotodinámica oncológica.



# PRÁCTICA 5 : MULTIPLEXADO: OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

## INSTRUCCIONES

- El multiplexado temporal permite controlar display de 4 dígitos x 7 segmentos (28 LEDs) con solo 12 pines I/O.
- Aprovecha persistencia visual retiniana (>24Hz) para crear ilusión de simultaneidad.
- Técnica fundamental en pantallas LED gigantes (estadios deportivos), matrices de puntos, teclados matriciales y sistemas de información pública (aeropuertos, estaciones).
- Duty cycle por dígito = 25% (1/4), pero brillo aparente 100% si la frecuencia es >100Hz.
- Reduce complejidad de PCB (Printed Circuit Board), costo de componentes y consumo energético.
- Base de arquitecturas de display modernas: OLED, e-paper, TFT-LCD.

## SECCIÓN DE LA TARJETA



**Tu reto:** Sigue las instrucciones en pantalla para cargar la práctica 5.

# TEORÍA 5 – MULTIPLEXADO

## ILUSIÓN DE SIMULTANEIDAD

### BITS DE TEORÍA

Refrescar a 250Hz (4ms por dígito) engaña completamente al ojo humano. Como frames en video (24fps mínimo, 60fps estándar).

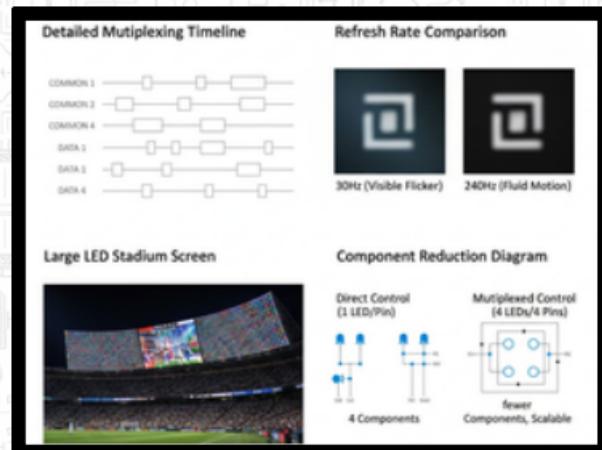
Persistencia retiniana: fotorreceptores mantienen señal ~40ms después del estímulo.

Optimiza hardware mediante compartición temporal de recursos (TDM – Time Division Multiplexing).

Reduce drivers de corriente, simplifica ruteo de PCB y minimiza EMI (Electromagnetic Interference).

Fundamental en matrices LED RGB (P2.5, P3, P5mm pitch), teclados mecánicos gaming, paneles de control industrial HMI y sistemas de visualización masiva (Times Square, conciertos).

Técnica escalable: desde 4 dígitos hasta matrices 128×64 píxeles.



# TU PRÓXIMO NIVEL: DOMINIO TÉCNICO PROFESIONAL

Has dominado los 5 pilares fundamentales:

1. E/S DIGITAL (GPIO)
2. CONVERSIÓN ANALÓGICA (ADC)
3. CONTROL DE POTENCIA (PWM)
4. SÍNTESIS DE COLOR (RGB)
5. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS (MULTIPLEXADO)

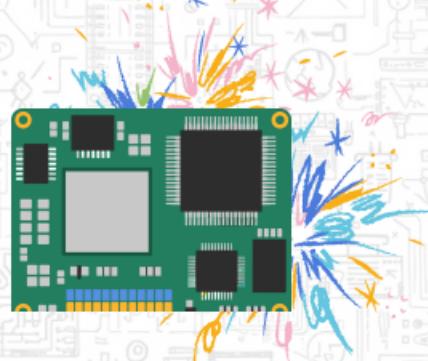
Estos conceptos son la base de cualquier sistema embebido profesional: desde wearables médicos hasta satélites CubeSat.



# TU FUTURO COMIENZA HOY

Dominar el protoboard es aprender el idioma de las máquinas.  
Practica, comete errores y crea. México necesita inventores, no solo  
operadores.

¡El próximo gran invento podría estar en tu placa de entrenamiento!  
¿Listos para construir?





# ¡MUCHAS GRACIAS!



tinkergridmx