

1AEL0256

Microcontroladores

Semana 1

Semestre 2025-2

Profesor: Kalun José Lau Gan

Agenda

- Designación de delegado
- Lectura de sílabo
- Aspectos normativos del curso
- Requerimientos de software/hardware
- Lista de materiales para el laboratorio
- Recomendaciones del curso
- Repaso de conocimientos previos

Informativo:

- Sección 1: TE NR8436 Lunes 09:00 – 10:59 (a distancia)
 L01 NRC8437 Lunes 13:00 – 16:59 (a distancia)
 L02 NRC8438 Lunes 17:00 – 20:59 (a distancia)
 Delegada: Katherine Lucía Cajachahua Santivañez (u202318192@upc.edu.pe)
- Sección 2: TE NRCxxxx Viernes 07:00 – 08:59 (a distancia)
 L01 NRCxxxx Jueves 14:00 – 17:59 (presencial)
 L02 NRCxxxx Jueves 18:00 – 21:59 (presencial)
 Delegado:
- Sección 3: TE NRC8447 Jueves 09:00 – 10:59 (presencial)
 L01 NRCxxxx Viernes 09:00 – 12:59 (presencial)
 L02 NRCxxxx Viernes 15:00 – 18:59 (presencial)
 Delegada: Ariana Lyu Chuquicaña Santisteban

Profesores:

- Kalun José Lau Gan (pcelklau@upc.edu.pe)
- Saúl Noe Linares Vértiz (pcelslin@upc.edu.pe)
- Oscar Ucchelly Romero Cortez (pcelorom@upc.edu.pe)
- Javier Augusto Barriga Hoyle (pceljbar@upc.edu.pe)

Elección del delegado

- Voluntarios
- Votación
- Resultados

Función del delegado:

- Representar a sus compañeros
- Recoger información del aula y entregar informe en la reunión de delegados (sobre el dictado de clases, sobre las competencias, sobre los servicios, etc.)
- Apoyar la participación en encuestas (invocar la máxima participación)
- Colaborar con el profesor en las actividades del curso

Organigrama Ingeniería UPC Campus Monterrico

Organigrama de la Escuela de Ingeniería Electrónica (Monterrico)



Patricia Fujishima Salinas
Asistente del Decanato
Email: patricia.fujishima@upc.pe



DECANA DE INGENIERÍA
Rosario Villalta Riega
Email: rosario.villalta@upc.pe



Escuela de Ingeniería Electrónica

Jacqueline Prieto Quiroz
Asistente de la Escuela de Ingeniería Electrónica
Email: jacqueline.prieto@upc.pe



DIRECTOR DE ESCUELA
Carlos Valdez Velásquez-López
Director de las Carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, e Ingeniería de Redes y Comunicaciones
Email: carlos.valdez@upc.pe



Luis Dávila
PTC Electrónica
Campus Monterrico
luis.davila@upc.pe



Carlos Perea
PTC Mecatrónica
Campus Monterrico
carlos.perea@upc.pe



Renzo Albatrino
Coordinador Ing. Mecatrónica
hermann.klusmann@upc.pe



Renzo Albatrino
Coordinador Ing. Electrónica
renzo.albatrino@upc.pe



Renato Gonzales
Coordinador Ing. de Redes y Comunicaciones
renato.gonzales@upc.pe



José Feliciano
Supervisor de Laboratorio
jose.feliciano@upc.pe



Henry Figueroa
Supervisor de Laboratorio
henry.figueroa@upc.pe

Sílabo

Disponible en el AV

- Objetivos
- Competencias
- Contenido
- Evaluaciones
- Fórmula de evaluación

II. INFORMACIÓN GENERAL
CURSO: Microcontroladores
CÓDIGO: 11.174
CICLO: 2021/2022
CUERPO ACADÉMICO: Luis Gutiérrez, Karlos / Salas Arriarán, Sergio
CRÉDITOS: 4
SEMANAS: 5
HORAS: 40 (Laboratorio) Semanal - 8 H (Teoría) Semanal
ÁREA O CARRERA: Ingeniería Electrónica
III. MISIÓN Y VISIÓN DE LA UPC
Misión: Formar líderes integros e innovadores con visión global para que transformen el País. Visión: Ser líder en la educación superior por su excelencia académica y su capacidad de innovación.
III. INTRODUCCIÓN
El curso Microcontroladores explora el área de la Ingeniería Electrónica donde se integran las disciplinas de desarrollo integrado de hardware y software. Los microcontroladores son la base fundamental en el desarrollo electrónico hoy en día, todos los dispositivos electrónicos que usamos de manera cotidiana poseen uno. Muchas aplicaciones en el campo de automatización industrial, robótica, biomédicos, domótica, electrónica de consumo, telefonía, electrónica de potencia y otras más requieren del uso de microcontroladores capaces de funcionar en base a un programa o firmware eficiente. El estudiante desarrollará la capacidad de formular un proyecto sobre el diseño de un equipo electrónico digital basado en microcontroladores y aplicará técnicas de programación para implementar una solución a un problema real formulado.
El curso promoverá el desarrollo de la competencia general de "Pensamiento innovador" en el nivel medio y la competencia específica a nivel medio de "La capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones".
Responsable: Sergio Salas Arriarán

Competencias asignadas al curso:

- Competencia general UPC N°6 - Pensamiento innovador
 - Capacidad de generar propuestas sostenibles, creativas e inspiradoras de mejora o creación de un producto, servicio o proceso que impactan positivamente en un determinado contexto incorporando el ensayo y error como parte del proceso
- Competencia ABET N°6
 - La capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.

Evaluación de las competencias

- La evaluación de las competencias asignadas al curso será en la DD con la siguiente rúbrica:

Rúbrica de evaluación de competencias asignadas al curso EL256 Microcontroladores				
Nombres completos del estudiante:				
Código:				
Carrera:				
Competencia general UPC N°6 - Pensamiento innovador	Capacidad de generar propuestas sostenibles, creativas e inspiradoras de mejora o creación de un producto, servicio o proceso que impactan positivamente en un determinado contexto incorporando el ensayo o error como parte del proceso			
Dimensiones Nivel 2 Intermedio	Cumple con las expectativas (C)	En desarrollo (D)	Inasatisfactorio (I)	Calificación por dimensiones
Elabora una propuesta considerando distintas características únicas y distintivas de lo conocido.	Elabora satisfactoriamente una propuesta teniendo en cuenta características únicas y distintivas	Elabora parcialmente una propuesta teniendo en cuenta características únicas y distintivas	Elabora insatisfactoriamente una propuesta teniendo en cuenta características únicas y distintivas	18 a 20 13 a 17 0 a 12 0
Diseña una propuesta usando los conceptos de diferentes áreas de conocimiento aplicando metodologías de innovación o metodologías de análisis orientadas a la creación o mejora de un producto, servicio o proceso	Diseña una propuesta teniendo en cuenta las metodologías propuestas en el curso y aplicando innovación para mejorar dicha propuesta	Diseña una propuesta de manera parcial teniendo en cuenta las metodologías propuestas en el curso y aplicando innovación para mejorar dicha propuesta	Diseña una propuesta de manera insatisfactoria teniendo en cuenta las metodologías propuestas en el curso y aplicando innovación para mejorar dicha propuesta	18 a 20 13 a 17 0 a 12 0
Elabora una propuesta cuyo valor proyecta un impacto positivo en un determinado contexto de manera argumentada	Elabora una propuesta que genera un impacto positivo en el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores	Elabora parcialmente una propuesta que genera un impacto positivo en el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores	Elabora insatisfactoriamente una propuesta que genera un impacto positivo en el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores	18 a 20 13 a 17 0 a 12 0
Competencia ABET N°6	La capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.			
Dimensiones Nivel Intermedio	Cumple con las expectativas (C)	En desarrollo (D)	Inasatisfactorio (I)	Calificación por dimensiones
6.1 Desarrolla y realiza experimentos	Realiza la experimentación siguiendo estrictamente el procedimiento y registrando de manera correcta sus resultados	Realiza la experimentación siguiendo parcialmente el procedimiento y registrando de manera parcial sus resultados	Realiza la experimentación de manera inadecuada y no registra adecuadamente sus resultados	18 a 20 13 a 17 0 a 12 0
6.2 Analiza, interpreta datos y usa el juicio de ingeniería en las conclusiones	Analiza e interpreta los resultados obtenidos en forma acertada y siguiendo criterios técnicos e ingenieriles correctos	Analiza e interpreta los resultados obtenidos en forma parcial con ciertas inconsistencias y siguiendo criterios técnicos e ingenieriles de manera parcial	Analiza e interpreta los resultados de manera ineficiente y no clara, sin seguir criterios técnicos ni ingenieriles	18 a 20 13 a 17 0 a 12 0
Calificación DD				0
Fórmula: (D1+D2+D3+D4+D5) / 5				

Fórmula PF

- Según sílabo:
- PF = $8\% \text{ (LB1)} + 10\% \text{ (PC1)} + 8\% \text{ (LB2)} + 15\% \text{ (TP1)} + 8\% \text{ (LB3)} + 10\% \text{ (PC2)} + 15\% \text{ (DD1)} + 26\% \text{ (TF1)}$

Cronograma de evaluaciones:

- | | | |
|-------|-----------|------------------------------------|
| • EE | Semana 1 | Sesión de laboratorio |
| • LB1 | Semana 4 | Sesión de laboratorio |
| • PC1 | Semana 6 | Sesión de teoría |
| • LB2 | Semana 7 | Sesión de laboratorio |
| • TP1 | Semana 8 | Según cronograma de la universidad |
| • LB3 | Semana 12 | Sesión de laboratorio |
| • PC2 | Semana 14 | Sesión de teoría |
| • DD1 | Semana 15 | Sesión de laboratorio |
| • TF1 | Semana 16 | Según cronograma de la universidad |

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Además de lo estipulado en el sílabo se tienen los siguientes documentos normativos:
 - SICA-REG-05 REGLAMENTO DE ESTUDIOS DE PREGRADO:
<https://sica.upc.edu.pe/categoría/normalización/sica-reg-05-reglamento-de-estudios-de-pregrado>
 - REGLAMENTO DE DISCIPLINA DE ALUMNOS:
<https://sica.upc.edu.pe/categoría/reglamentos-upc/sica-reg-26-reglamento-de-disciplina-de-alumnos>
 - REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN E INTERVENCIÓN EN CASOS DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL- UPC:
<https://sica.upc.edu.pe/categoría/normalización/sica-reg-31-reglamento-para-la-prevención-e-intervención-en-casos-de-hostigamiento-sexual-upc>
- Indicaciones generales para las evaluaciones en línea (disponible en AV)

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- El curso es de naturaleza teórico-práctico con implementación en físico de prototipos basados en circuitos electrónicos.
- Se recomienda la toma de apuntes durante las sesiones de clase.
- **Asistencia y participación como mínimo al 75% de sesiones de clase.**
- Sesiones virtuales:
 - Tener sistemas multimedia (micrófono y webcam) en correcto funcionamiento y durante toda la sesión la cámara web deberá estar activada.
 - Se priorizará la atención a consultas mediante audio y video antes del chat.
- Sesiones presenciales:
 - Restricción de tomas fotográficas y/o registro de video durante las sesiones.
- Revisar la lista de materiales que se emplearán en las sesiones de laboratorio.

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

- a. La asistencia a las actividades programadas, sean clases teóricas, prácticas, evaluaciones o cualquier otra actividad programada en la asignatura, es obligatoria. En toda actividad programada se generará un registro de asistencia como máximo 15 minutos luego de la hora programada para el inicio de la actividad. El alumno que no responda a la solicitud de registro de asistencia será considerado como ausente. El alumno tiene el deber de permanecer durante la sesión de clase; en caso deje de participar en la sesión, el docente podrá modificar el registro de asistencia y considerar al alumno como ausente.
La realización de las actividades previstas en el Sistema de Gestión de Aprendizaje (Aula virtual), en seguimiento de las horas lectivas y no lectivas de las asignaturas presenciales, blended y virtuales, son de cumplimiento obligatorio por parte del alumno.

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

- b. (i) Para que el alumno pueda rendir la evaluación final de una asignatura debe asistir -al menos- al 75% de las sesiones teóricas y prácticas programadas, sean estas presenciales o a distancia. El alumno que -por cualquier causa- supere el 25% de inasistencias en una asignatura, tendrá cero en la evaluación final de la asignatura.
- (ii) Si un alumno rinde la evaluación final de una asignatura, obteniendo una nota en la misma; y luego excede el límite máximo de inasistencias, le corresponderá la nota cero en dicha evaluación.
- (iii) Para el cálculo del promedio final de una asignatura en la cual el alumno haya superado el 25% de inasistencias, se promedian las notas que obtuvo en la misma, incluyendo la nota cero de la evaluación final. Los tipos de notas en los que se aplica esta disposición, en orden de prioridad, se detallan en el Anexo 6 del presente Reglamento.

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

- c. El alumno que no rinda una evaluación o no cumpla con la entrega de un trabajo académico dentro del plazo establecido en la asignatura y sin que medie una justificación excepcional presentada al docente de la asignatura y aprobada por el mismo, recibe una calificación equivalente a cero **y se refleja en el sistema como "No Rindió" (NR).**

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

d. El alumno que no rinda una evaluación recuperable prevista en el silabo de una asignatura, a excepción de la evaluación final, puede realizar el trámite de Subsanación de evaluación no rendida. Dicho trámite consiste en subsanar una de las notas de las evaluaciones no rendidas con la nota obtenida en la evaluación final (EB).

El plazo para la presentación de la solicitud de subsanación y la formalización del pago del trámite lo fija la Secretaría Académica. El alumno que haya realizado este trámite no podrá acceder al trámite de Recuperación de evaluaciones estipulado en el literal "e" del presente artículo.

El trámite de subsanación solo es posible si la asignatura consigna el tipo de nota EB en su fórmula de evaluación. Para aquellas asignaturas que no tuvieren el tipo de nota EB en su fórmula de evaluación, procederá el trámite de recuperación.

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

e. Si un alumno no rinde la evaluación final (EB), cabe su recuperación en fecha posterior a la inicialmente programada. La evaluación de recuperación abarca todos los temas de la asignatura.

El alumno que no se presente a la misma obtiene cero de calificación.

El plazo para la presentación de la solicitud y la formalización del pago del trámite lo fija la Secretaría Académica, que programa en una sola oportunidad la fecha para la recuperación de la evaluación y la publica. La evaluación de recuperación sólo reemplaza la nota de la evaluación final que el alumno no rindió en la fecha originalmente programada, salvo el caso mencionado en el literal anterior (de asignaturas que no tuvieren el tipo de nota EB en su fórmula de evaluación).

El alumno que haya realizado este trámite no podrá acceder al trámite de Subsanación de evaluación no rendida estipulado en el literal "d" del presente artículo.

Reglamento del curso y sus evaluaciones

- Reglamento de asistencia a las sesiones y evaluaciones del curso:

- f. El alumno que haya faltado a más del 25% de las horas programadas en una asignatura podrá solicitar la recuperación de una evaluación recuperable no rendida en su oportunidad. Ello no aplica para la evaluación final de la asignatura; a la cual -de acuerdo con lo indicado en el artículo 2.1.b del presente Reglamento- se le registrará como nota cero, por haber superado el límite máximo de faltas en la asignatura.
- g. Las fechas de entrega de las evaluaciones estarán establecidas en el sílabo y/o en el Aula Virtual de la asignatura. Si se entrega después de la fecha y hora límite, la evaluación se dará por No Rendida.

Indicaciones de evaluaciones escritas:

- Dar lectura a las indicaciones antes de proceder a desarrollar la evaluación escrita.
- Son evaluaciones escritas: EE, PC1, PC2, EREC

- La evaluación es de naturaleza individual y empieza a la hora establecida. Estudiante que llegue después de 15 minutos de iniciado será marcado como ausente a la evaluación corroborado con el reporte de asistencia de participantes del AV. Tener en cuenta que pasado los 15 minutos iniciales se bloqueará el acceso al documento enunciado.
- El desarrollo será de manera manual escrito con licencio azul o negro en hoja bond A4 iluminada, detallada, ordenada y secuencial, con nombre de la evaluación, su edición UPC, nombre completo, carrera profesional cursando y número de página. No utilizar relatos de hojas y/o hacer collage en la hoja principal. De no seguir esta indicación primaria automáticamente recibirá la calificación de cero en cada hoja sin identificación, no permitiendo reclamos posteriores.
- El desarrollo deberá ser de manera clara, detallada, ordenada y secuencial. Se anulará toda solución sin desarrollo y/o justificación, desorden, con respuesta ambigua doble, sin unidades o usando tipografías diferentes.
- El uso excesivo de **Líquido corrector** así como **borrones**, dibujos de diagramas y circuitos eléctricos, el evaluador podrá anular la resolución de la pregunta sin posibilidad a reclamos posteriores.
- Luego del desarrollo se tomarán **fotografías bien enfocadas, iluminadas, en el sentido correcto (orientación) y sin sombras, o empleando scanner**, de lo desarrollado colocando en la parte inferior derecha el documento de identidad (TIU, DNI, licencia de conducir, pasaporte o carnet universitario), revisar que la resolución de la toma de imagen sea la suficiente para ver los detalles de la resolución, cada captura deImagen deberá de tener adjunto el documento de identidad y luego emplear el Microsoft Word para colocar toda la evidencia y posteriormente en formato PDF (opción "grabar como" y seleccionar el formato de exportación) con el siguiente formato de **nombre de archivo**.

Ejemplo: **EL256_Itu sección]_[tu apellido]_[tu nombre]_[código]_2022_EREC.pdf**

Se obtendrá la calificación mínima en la evaluación de no cumplir esta indicación o hacer ediciones de imagen post toma de la fotografía sin posibilidad a reclamos posteriores.

- Tener cuidado que **solo hay un intento de subida de archivo**, pasado el tiempo se bloqueará el sistema de subida. Se recomienda subir la documentación **20 minutos antes del término del periodo de tiempo** al Aula Virtual. Verificar si se subió correctamente (abrir el archivo subido en la sección de calificaciones) y no aparezca el símbolo de "subida en proceso" (🕒). Envíos de los archivos vía correo electrónico u otro medio que no sea el AV **no** serán tomados en cuenta y recibirá la calificación mínima sin posibilidad a posterior reclamo.
- Envíos marcados con **TARDANZA** por el AV tendrán una penalización de -10%.
- **Mantener inactiva la sesión de videoconferencia** durante la evaluación. **No emplear el chat global o audífonos desactivados** por más de 5 minutos. Deberá reportarlo al profesor encargado de la evaluación ó delegado caso contrario se anulará la evaluación sin posibilidad a reclamo posterior.
- No haber consultas relacionadas con el contenido de las preguntas. Deberán de emplear el criterio ingenieril para dar solución al problema.
- Tener en consideración el reglamento de evaluaciones en línea publicado en el AV.
- Se tendrá **visitas inopinadas** de supervisores de la universidad por lo que deberán tener el **micrófono y cámaras** en correcto funcionamiento para una eventual solicitud de activación de dichos medios. El supervisor reportará al profesor para la **anulación de la evaluación** en caso el alumno haga caso omiso o encuentre **faltas a la probabilidad** de la evaluación tal como lo establece el reglamento de evaluaciones en línea publicado en el AV.
- Luego de haber cumplido con la carga de la documentación al Aula Virtual dejar un mensaje de constancia en el **chat** de la videoconferencia antes de retirarse. La omisión a esta indicación representará una penalidad de -5p en su calificación obtenida sin lugar a reclamo posterior.

Sobre la actitud frente al estudio

- La importancia de la actitud positiva frente al estudio y el tiempo de dedicación (Nº de horas semanales de estudio = Nº de créditos del curso)
- Que para aprender es muy importante preguntar, cuestionar, participar, no importa equivocarse.
- La importancia de organizarse y habituarse desde la primera semana
- Tener presente y acudir a los talleres (gratuitos) del Área de Orientación Psicopedagógica: Organización del Tiempo, Manejo del Estrés, Manejo de la Ansiedad, etc. (consultar con profesor de campus)

Requerimientos generales del curso:

- Software:
 - Suite Microsoft Office (para la elaboración de informes)
 - Microchip MPLABX IDE v6.25
 - Microchip XC8 v3.00
 - PuTTY v0.83
 - Autodesk Eagle
 - Autodesk Fusion
- Hardware:
 - Computador Workstation de buen desempeño con Windows 10 ó 11 y elementos multimedia y acceso a Internet
 - Lo detallado en la lista de materiales
- Documentación:
 - Manejo de las hojas técnicas de dispositivos electrónicos y demás herramientas (requisito idioma inglés)

Requerimientos generales del curso:

- Conocimientos previos:
 - Teoría de circuitos eléctricos
 - Teoría de circuitos lógicos digitales
 - Desarrollo de algoritmos en diagramas de flujo
 - Programación de computadoras (lenguaje C)
 - Implementación de prototipos de circuitos electrónicos en protoboard
 - Uso correcto de instrumentos de medición y herramientas de laboratorio (multímetro, osciloscopio, etc)
 - Dibujo CAD

Detalle de software y documentación :

- Software:
 - Microchip MPLAB X v6.25 (solo soporte a PICKIT4 en adelante, no soporta MPASM, se puede emplear el PICKIT3 pero se necesita instalar manualmente los drivers)
 - Microchip MPLAB X v6.05 (última en dar soporte oficial a PICKIT3, no soporta MPASM)
 - Microchip MPLAB X v5.35 (para los que usan PICKIT3, última versión en dar soporte a MPASM)
 - Microchip MPLAB X v5.30 (para los que usan PICKIT2, soporta MPASM)

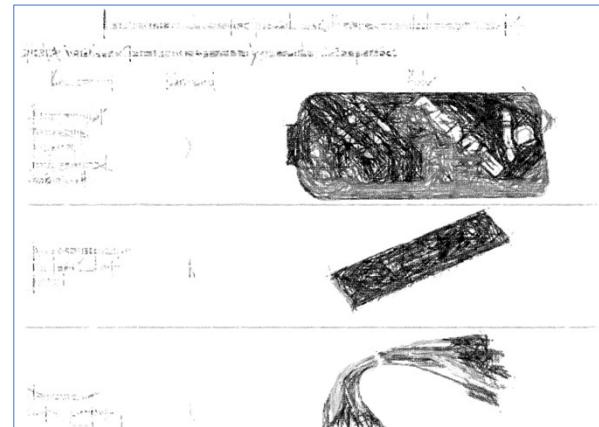
Archivo histórico de versiones antiguas de Microchip:
<https://www.microchip.com/development-tools/pic-and-dspic-downloads-archive>

- Microchip XC8 v3.00 (la más actual)
- Proteus no soporta microcontroladores PIC18 Q43 por lo que no va a ser utilizado.

- Documentación inicial:
 - Hoja técnica del PIC18F57Q43:
 - <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocuments/DataSheets/PIC18F27-47-57Q43-Data-Sheet-40002147F.pdf>
 - PIC18F57Q43 Curiosity Nano Hardware User Guide
 - <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PIC18F57Q43-Curiosity-Nano-HW-UserGuide-DS40002186B.pdf>

Lista de materiales

- Disponible en el AV
- Mínimo de materiales para el desarrollo de los laboratorios.
- Se emplearán tanto para las sesiones de laboratorio como para las asignaciones y prácticas.



Grupo público de Microcontroladores

Nota: No es empleado para comunicaciones oficiales de la asignatura



Introducción a los microcontroladores

Dar respuesta a estas cuatro interrogantes:

- ¿Qué es un microcontrolador?
- ¿Cuáles son sus principales características?
- ¿Qué componentes lo conforman?
- ¿En qué equipos electrónicos lo puedes encontrar?

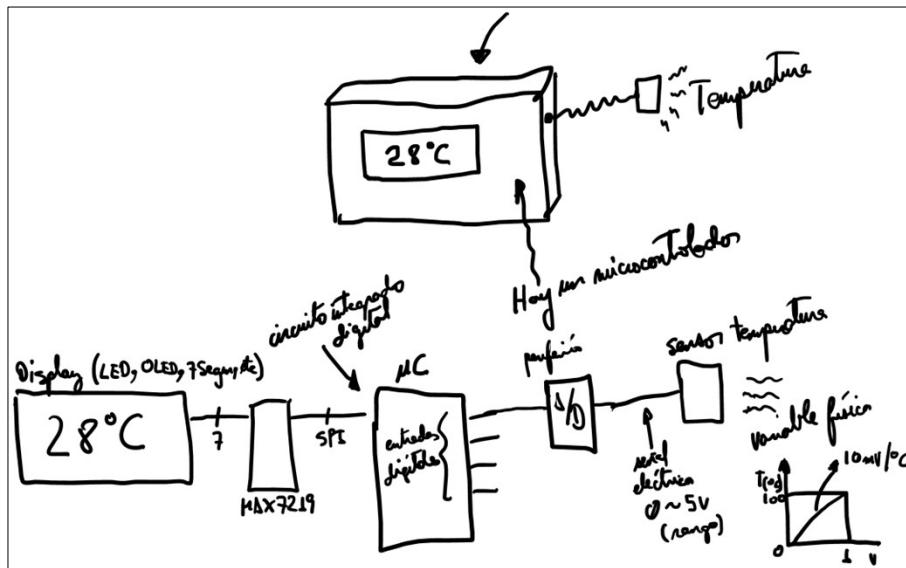
A lo largo del tiempo...

- Computadoras a escala compacta (Intel 1971 – 4004)
- Microcontroladores (computadora compacta)
- Sistemas Embebidos
- IoT (Internet of Things)

Respuestas:

- El microcontrolador es un dispositivo electrónico basado en semiconductor de naturaleza secuencial, programable, que integra los principales componentes de un sistema de procesamiento de datos (CPU, Memoria y Puertos de E/S) junto a periféricos de soporte (gestión energética, protección ante fallos, driver de oscilador, temporizadores, A/D, PWM, comunicación serial, etc) y que junto a un firmware desarrollado en un entorno de desarrollo permitirá desempeñar una tarea personalizada.

Caso: Un termómetro



¿Qué es un microcontrolador?

- Dispositivo electrónico programable, un circuito integrado microelectrónico basado en semiconductores.
- Posee casi todos los componentes necesarios para que funcione de manera autónoma.
- Presente en casi todos los equipos electrónicos utilizados en la actualidad
- Los microcontroladores son para aplicaciones específicas, quiere decir que la elección del microcontrolador será en base a las especificaciones de la aplicación.

¿Qué es un microcontrolador?

- Diego Estrella: es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos para desempeñar una tarea específica.
- Frank Panduro: Es un circuito integrado programable
- Giancarlo León: es un tipo de circuito que permite realizar distintas tareas específicas dentro de un sistema electrónico
- Alvaro Pumasupa: Un microcontrolador es un dispositivo en un único circuito integrado capaz de ser programado

¿Cuáles son sus principales características?

- Bajo consumo energético
- Pequeño
- Integra varios componentes para un funcionamiento autónomo
- Orientado exclusivamente a aplicaciones de control, no necesariamente podrá realizar procesamiento de señales.

¿Qué componentes lo conforman?

- La unidad central de proceso, procesador ó microprocesador
- Memoria: Espacio para los datos, espacio para el programa
- Periféricos de E/S: Interacción con el mundo exterior..
 - ADC, DAC
 - PWM
 - Temporizadores
 - Módulos de comunicación serial
 - I2C
 - UART
 - SPI
 - 1-wire
 - CAN

¿En qué equipos electrónicos lo puedes encontrar?

- Lavadora de prendas de vestir
- Televisores
- Computadoras
- Cámaras de vigilancia
- Aire Acondicionado
- Motos
- Celulares
- Scooters eléctricos
- Calculadora
- Relojes digitales
- Termas de baño, etc, etc

Brainstorm

- Circuito integrado programable
- Realiza una tarea + -
- Permite el manejo de circuitos a otros circuitos X
- Realiza tareas específica y ejecuta programas almacenados en su memoria ↴
- Soporta voltajes bajos ↴ X
- Automatizador de funciones X
- Permite controlar periféricos como sensores
- Reprogramable ↴

Brainstorm

- Circuito integrado programable
- Sistema digital
- Puertos de E/S, buses, CPU, memoria
- Controlar un circuito eléctrico X
- Chip que ejecuta órdenes establecidas en memoria
un programa
- Controlar elementos de E/S
- Componente de bajo consumo ↴
- Tiene un procesador
- Es una computadora de tamaño reducido ↴
- Orientado a aplicaciones muy específicas

Brainstorm 2

¿Microcontrolador?
 Circuito integrado
 Dispositivo
 Uau
 Sistema electrónico
 Circuito programable
✓ Chipsito
✗ PIC
✓ Cerebro del circuito
✓ Procesador con módulos
✗ Dispositivo lógico programable
 Tiene sistema de entrada y salida
✗ Estómago porque procesa info
✗ Convertidor analógico a digital
 Medición de intervalos y sincronización

~~Integrado programado por registros~~
~~Pequeña computadora~~
~~Poco consumo de energía~~
✗ Chip de control
✗ Se usa en sistemas ~~embebidos~~
✗ Control de procesos en el sistema
✗ Industria automotriz
✓ Ejecutar órdenes grabadas desde la memoria
✓ Inyección de combustible y sistema de frenado antibloqueo
✓ Controlar periféricos externos ✗
✗ Proyectos mas óptimos y de uso mas específico
✓ En nuestros televisores

Brainstorm

- ¿Microcontrolador?

- Circuito pequeño que se puede programar
- Circuito electrónico basado en semiconductor
- Nos ayuda a automatizar procesos
- Ejecuta un conjunto de reglas
- Bajo consumo eléctrico
- Presentes en la mayoría de equipos electrónicos con cierto grado de automatización.
- Tiene todos los componentes funcionales para que opere de manera independiente.

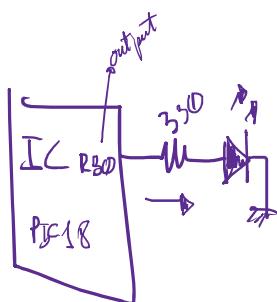
¿Qué es un microcontrolador?

¿Qué es un microcontrolador?

- Es un circuito integrado fabricado con tecnología microelectrónica (basado en semiconductor).
 - ARM Cortex-m (m0, m3, m33+, m4, m7)
 - ESP32, STM32F103, RPI Pico
 - RISC-V Hazard-3
 - RPI Pico 2 (RP2350)
- Contiene todos los componentes necesarios para funcionar como una pequeña computadora en un solo chip (componentes como CPU, memoria, E/S y demás periféricos).
- Es un dispositivo programable (necesitas un IDE, lenguaje de programación)
- Sirve para darle vida a los aparatos electrónicos mediante la ejecución de un programa.

¿Qué es un microcontrolador?

- Es un circuito electrónico basado en semiconductor programable (viene sin programar desde fábrica), posee todos los elementos para un funcionamiento autónomo.
- Internamente contiene un CPU (microprocesador), Memoria (programa y de datos), puertos de E/S (interface con el mundo exterior) y periféricos adicionales como temporizadores, pwm, comunicación serial, etc.

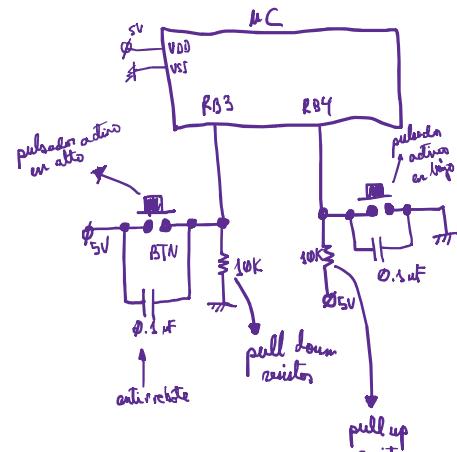
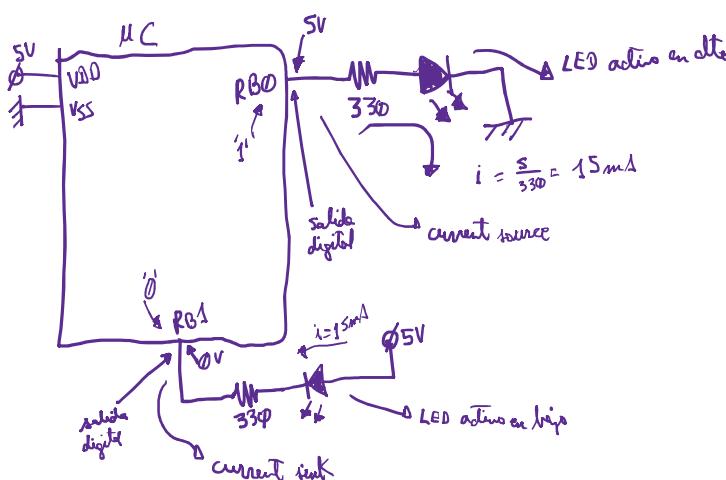


Sobre los puertos de E/S:
Entrada -> Alta Impedancia
Salida -> Baja Impedancia

¿Qué es un microcontrolador?

- Para programar un microcontrolador, en la mayoría de casos se requiere de una interface de programación (un programador). En el caso de Microchip se usa el PICKit5. El programador pasará el código desarrollado en una PC hacia la memoria de programa del microcontrolador.
- En el caso del Curiosity Nano PIC18F57Q43, éste tiene ya integrado la función de programador (Curiosity Debugger).
- Para hacer un programa que el microcontrolador haga una tarea, se debe de utilizar una IDE (entorno de desarrollo) que puede ser proporcionada por el fabricante. En nuestro caso usaremos el Microchip MPLAB X IDE.
- Se tiene que entrenar para poder hacer un programa en un lenguaje, los lenguajes mas utilizados para microcontroladores son: C y Assembler.

Revisión de interfaces de E/S



Analizando lo siguiente:

WOKWI

SAVE SHARE

sketch.ino • diagram.json • Library Manager

```

1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3   Serial.begin(115200);
4   Serial.println("Hello, ESP32-S3!");
5   pinMode(40, OUTPUT);
6 }
7
8 void loop() {
9   // put your main code here, to run repeatedly:
10  //delay(10); // this speeds up the simulation
11  digitalWrite(40, HIGH);
12  delay(500);
13  digitalWrite(40, LOW);
14  delay(500);
15 }
16

```

Simulation

ESP32-S3-WROOM-1

330Ω

100mA

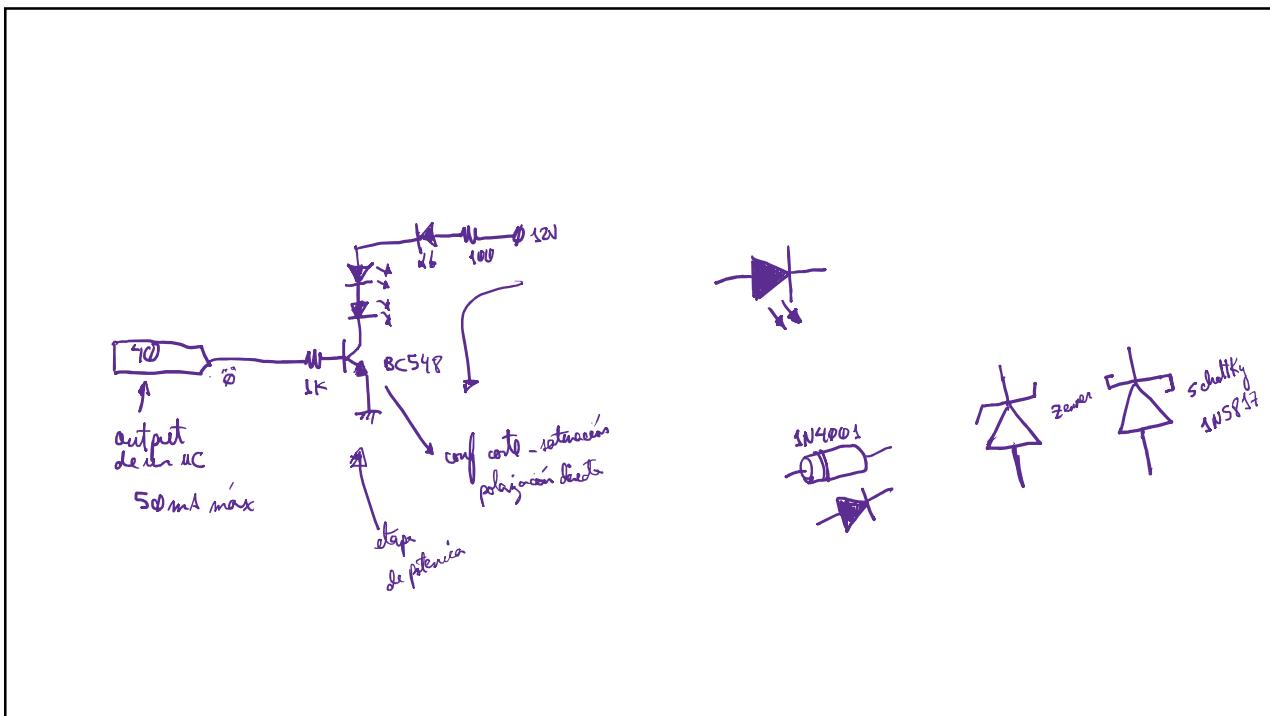
330Ω

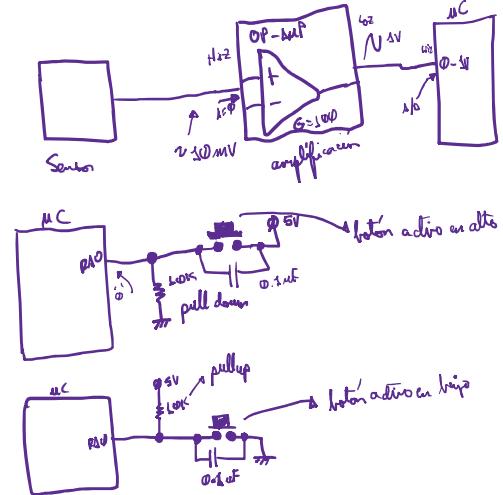
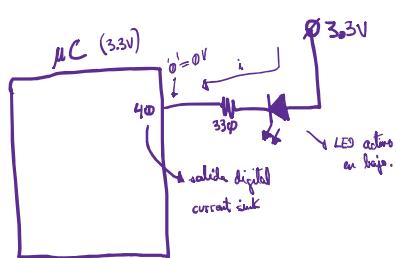
Current source

LED active matrix

$V = RI$

$I = \frac{3.3}{330} = 10\text{mA}$





¿Qué es un microcontrolador?

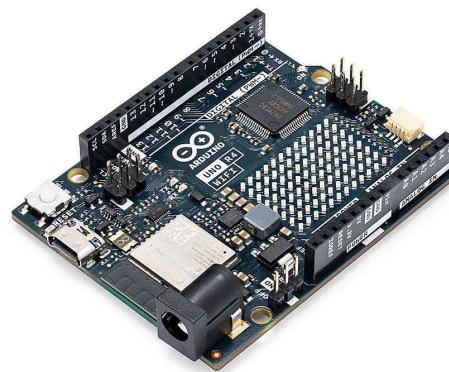
- Es un dispositivo microelectrónico (basado en tecnología de semiconductores) programable que posee casi todos los componentes para un funcionamiento autónomo.
- Componentes: CPU, memorias de programa y de datos (RAM y ROM), periféricos (E/S, temporizadores, A/D, etc), gestión energética, fuentes de reloj
- Se requiere de un programa (hecho con un lenguaje de programación desde un entorno de desarrollo en una PC) y de un programador para que transporte el código compilado hacia la memoria de programa del microcontrolador antes de iniciar su operación
- Su funcionamiento es de manera secuencial (necesita de una fuente de reloj).
- Para dar soluciones “compactas” (embedded) a determinado problema.
 - Portátil (autonomía, tamaño, consumo, etc)

¿Esto es un microcontrolador?



- Es una plataforma de desarrollo electrónico basado en un microcontrolador (ATMEL ATMega 328P)

¿Esto es un microcontrolador?



- Es una plataforma de desarrollo electrónico basado en un microcontrolador (Renesas RA4M1 ARM Cortex-M4)

¿Por qué no enseña Arduino en lugar de PIC? ¿Arduino no es más fácil?

- Arduino consume mas energía
- Arduino se programa a un nivel mas alto y por ende consume mas recursos de procesamiento.
- Arduino lo trabaja como si fuera una “caja negra”.
- Trabajar con PIC puedes alcanzar mayores niveles de eficiencia en términos de desempeño, costo, consumo energético, uso de memoria.
- Arduino es un entorno de desarrollo open-source el cuál el microcontrolador destino posee un firmware inicial para la interacción con el software IDE en la PC. Como consecuencia de esto el microcontrolador tendrá menor desempeño frente a usar lenguaje Assembler.
- Cuando se tiene que atender aplicaciones o procesos críticos, en Arduino no tenemos velocidad de respuesta a menos que se emplee microcontroladores de mayor desempeño. Esto no representaría problema alguno si se desarrolla en Assembler.

Entonces si usar Arduino presenta tantas desventajas. ¿Por qué se usa extensivamente?

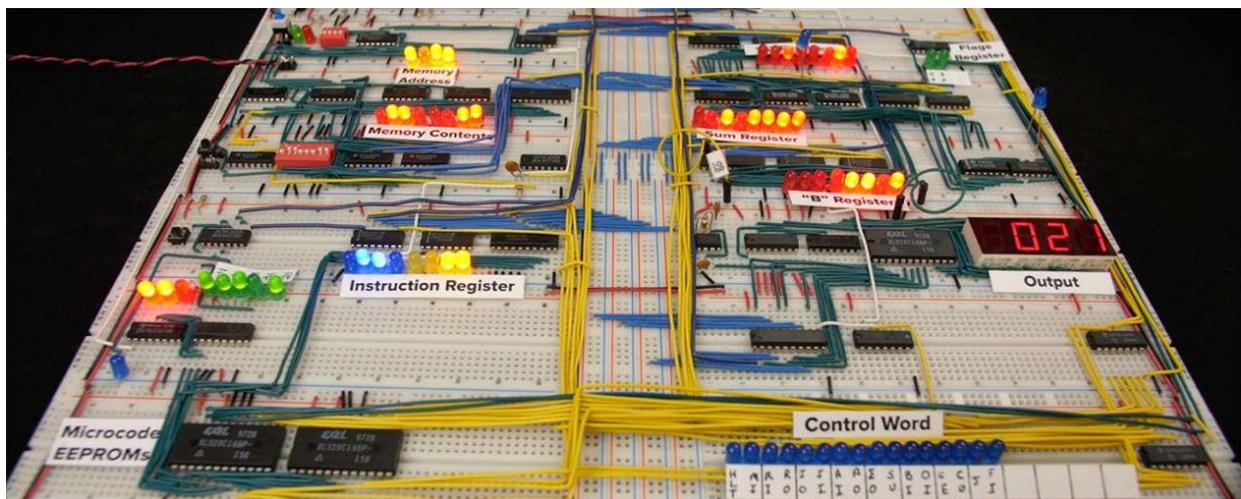
- Tendencia open source, open hardware.
- Por el poco tiempo que requieres para hacer una solución electrónica, sin tener prioridad en la optimización de recursos.
- Mucha experiencia y muchos usuarios (técnicos y no técnicos) usando esta plataforma.
- Bastante documentación de ejemplos y notas de aplicación basado en esta plataforma.
- Fabricantes OEM desarrollan variedad de sensores y actuadores en forma de módulos plug-in para ser usados en esta plataforma.

He visto que en la industria predomina el uso de PLCs. ¿Y los microcontroladores no son usados en esa área?

- Los PLCs son “computadoras” orientadas al sector industrial. En su interior encontrarás microcontroladores!
- Puedes encontrar plataformas de Arduino para la industria al mismo estilo que un PLC:

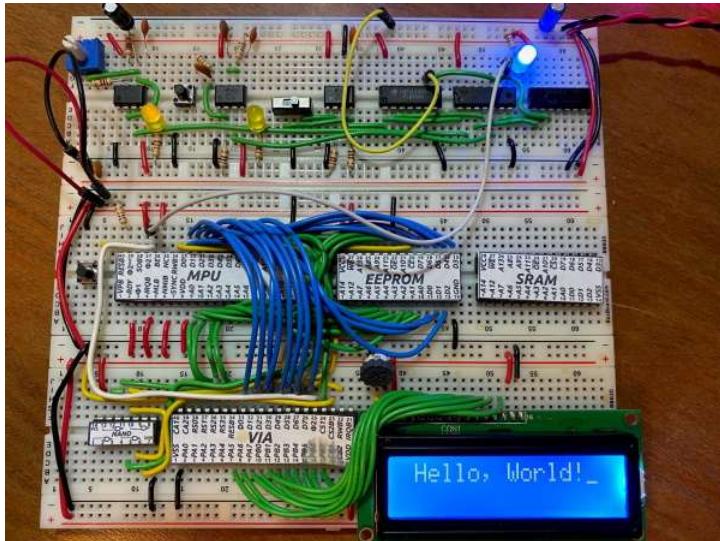


Evolución de los microcontroladores



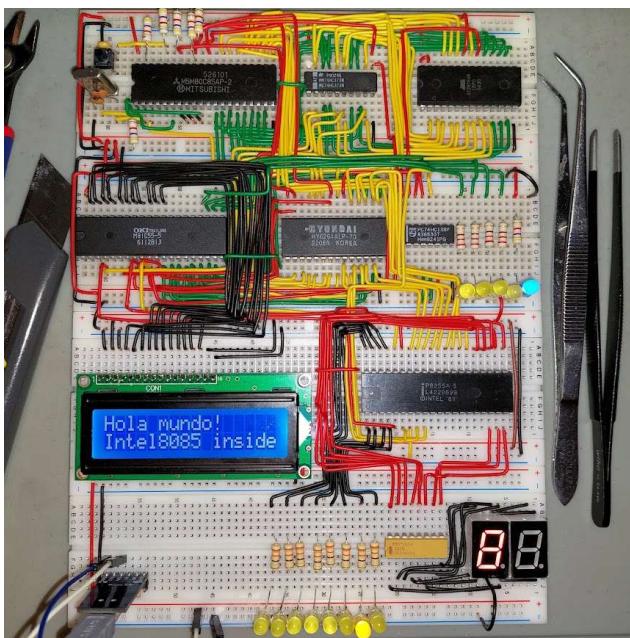
CPU de 8 bits con elementos digitales discretos. Desarrollado por Ben Eater

Evolución de los microcontroladores:



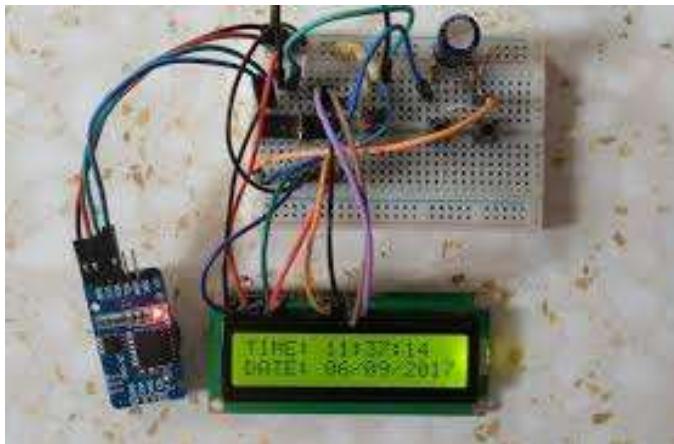
Plataforma de desarrollo para el 6502. Desarrollado por Ben Eater

Evolución de los microcontroladores:



Plataforma de desarrollo para el procesador Intel 8085. Desarrollado por Kalun Lau

Evolución de los microcontroladores



Prototipo basado en un microcontrolador moderno (mínima cantidad de componentes externos) conectado a un RTC DS3231 para una aplicación de reloj

Aplicaciones con microcontroladores



Aplicaciones con microcontroladores

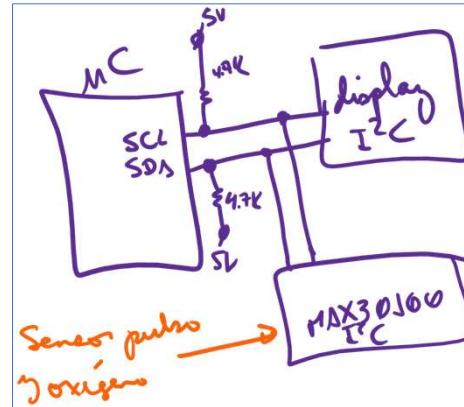


¿Y en dónde más hay microcontroladores?

- Cargadores de celular (Quick charge, PD)
- Powerbanks (control de la sobrecarga/subdescarga de las celdas de Li-Ion)
- Tu cable USB-C (los que tienen PD)
- Linternas LED (las de mejor calidad)
- Ventiladores USB (los que tienen batería y control de intensidad)
- Refrigeradoras actuales
- Focos LED de iluminación de ambientes (de marcas como Philips, Osram, etc)
- Bicicletas eléctricas
- Scooters

COVID19

Ejemplo de aplicación empleando microcontroladores: Pulsioxímetro



COVID19

Pulsioxímetro
fabricado localmente



COVID19

Ejemplo de aplicación empleando microcontroladores: Proyecto UPC Phukuy

PROYECTO PHUKUY:

EL ESPIRÓMETRO QUE APOYA A PACIENTES CON COVID - 19

FUE ELABORADO POR INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UPC.

CARACTERÍSTICAS:

- MIDE LA CANTIDAD DE OXÍGENO EN LOS PULMONES
- DE BAJO COSTO
- USO PERSONAL
- DE USO PORTABLE
- SEGUR

UPC exigete, innova

Microcontroladores

- Fabricantes
 - ¿Microchip?
 - #1 en ventas de microcontroladores de 8 bits
 - Portafolio inmenso de microcontroladores
 - PIC (10, 12, 16, 18, 24, 32)
 - AVR
 - Infineon (ex Cypress Semiconductor) – PSoC (PSoC 6)
 - NXP (ex Phillips)
 - TI (Texas Instruments)
 - Renesas
 - Freescale (ex Motorola Semiconductor)
 - Intel
 - ST Semiconductor
 - Líder en 32bits (STM32)
 - etc

Microcontroladores

- Herramientas de desarrollo
 - Software de Simulación: Proteus, Tina
 - Software de Desarrollo: Depende de la familia y fabricante
 - Microchip PIC: MPLABX (XC8 Assembler, XC8)
 - Microchip AVR: AVR Studio
 - ST Semiconductor STM32: STM32 CubeIDE
 - Cypress Semiconductor PSoC: PSoC Creator
 - Multiplataforma: Arduino
 - Micropython: Raspberry Pi Pico, ESP32, A9G

Importancia del algoritmo

- Los algoritmos son representaciones gráficas de una tarea que va a hacer el microcontrolador.
- Pueden ser representados en diagramas de flujo, NS, pseudocódigo.
- En el presente curso se hará uso de diagramas de flujo (flowchart)

A tomar en cuenta:

- El proceso de aprendizaje de un lenguaje de programación es lento y progresivo, **no hay atajos**, mientras mas practiques, mas experiencia acumulas.
- Las ayudas como ChatGPT o algún otro entorno de IA no te va a ayudar a implementar correctamente un circuito electrónico.

Repaso de conocimientos previos

- Álgebra de Boole, circuitos digitales (Fund. Sist. Digit. Thomas Floyd)
- Algoritmos, diagramación en diagrama de flujo
- Arquitectura de computadoras (Org. Y Arq de PCs de William Stallings)
- Circuitos eléctricos (interfaces de potencia, sensores)
 - Transistores en corte y saturación, diodos rectificadores, LEDs.
 - Optoacopladores
 - Relés
- Señales analógicas y digitales (señales y sistemas)
 - Op-Amp: Modos de trabajo (amplificador (noinv, inv), oscilador, comparador, sumador, integrador, diferencial, compresor, filtrado, etc)
 - Conversión A/D y D/A, Teorema de muestreo

Bases numéricas

Decimal	Binario	Octal	Hexa
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

BIN = 11010100B
HEX = D4H

HEX = A5H
BIN = 10100101

HEX = FBH
BIN = 11111011

Álgebra de Boole

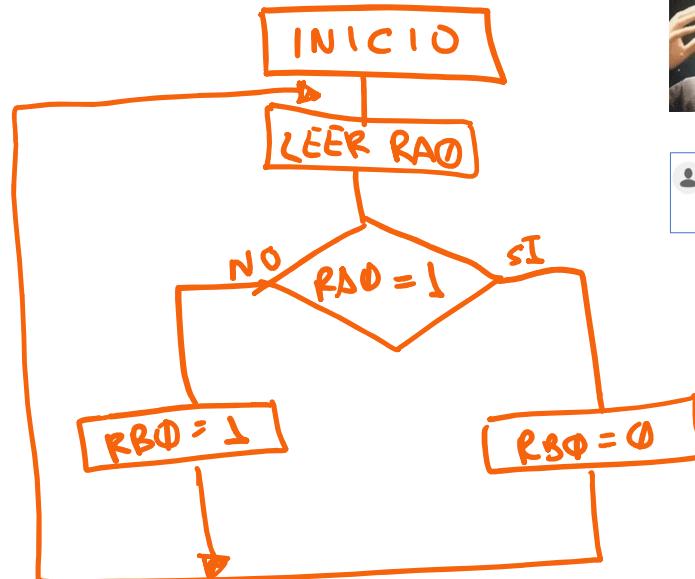
Expresión	Compuerta Lógica	Tabla de Verdad	Circuito de Interruptores															
$X = AB$	AND	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
A	B	X																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
$X = A + B$	OR	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	X																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
$X = A'$	NOT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	X	0	1	1	0										
A	X																	
0	1																	
1	0																	
$X = A \oplus B$ $\Rightarrow X = A'B + AB'$	XOR (OR exclusivo)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
A	B	X																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

Axiomas del Álgebra de Boole	
Leyes Comutativas	$a + b = b + a$
	$a * b = b * a$
Leyes Distributivas	$a + (b * c) = (a + b) * (a + c)$
	$a * (b + c) = (a * b) + (a * c)$
Leyes de Identidad	$a + 0 = a$
	$a * 1 = a$
Leyes de Complemento	$a + a' = 1$
	$a * a' = 0$
Leyes de Idempotencia	$a + a = a$
	$a * a = a$
Leyes de Acotamiento	$a + 1 = 1$
	$a * 0 = 0$
Leyes de Absorción	$a + (a * b) = a$
	$a * (a + b) = a$
Leyes Asociativas	$(a + b) + c = a + (b + c)$
	$(a * b) * c = a * (b * c)$
Unidad del Complemento	Si $a + x = 1$ y $a * x = 0$, entonces $x = a'$
Ley de Involución	$(a')' = a$
Teoremas	$0' = 1$
	$1' = 0$
Leyes de DeMorgan	$(a + b)' = a' * b'$
	$(a * b)' = a' + b'$

Diagramas de flujo



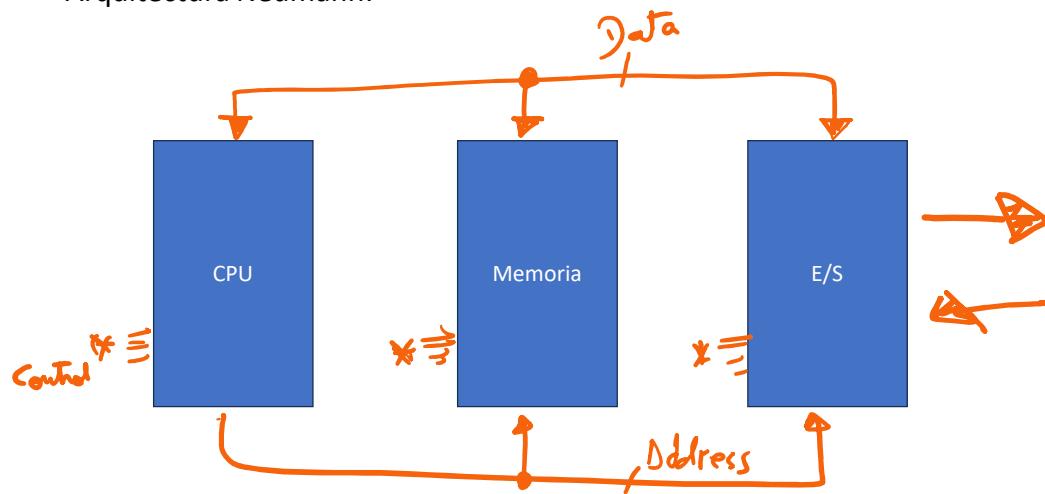
Josue Andre Perez Rodriguez 2:35 PM
un NOT secuencial
xd



Muy importante hace el modelamiento de SW previo a la codificación en un lenguaje de programación

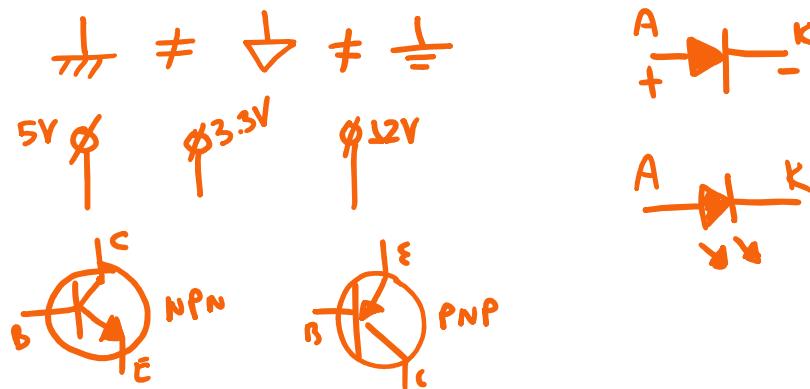
Arquitectura de Computadores

- Estructura de una computadora
 - Arquitectura Neumann:



Circuitos Eléctricos

Usar la simbología correcta al momento de desarrollar los diagramas esquemáticos de circuitos electrónicos



Ruta (workflow) para el desarrollo de prototipos de aplicaciones con microcontroladores:

1. Análisis de los requerimientos de la aplicación (prestaciones, consumo energético, puertos de E/S, funcionalidades, expandibilidad, actualizaciones a futuro, etc).
2. Desarrollo del hardware
 - a) Prototipado en físico usando protoboard
 - b) Prototipado en simulador (Proteus)
3. Desarrollo del algoritmo en diagrama de flujo
4. Codificación del algoritmo en un lenguaje de programación (XC8)
5. Pruebas en físico (previo grabado del firmware en la memoria del microcontrolador) como en simulación.
6. Elaboración de PCB (Autodesk Eagle).
7. Elaboración de carcasa (Autodesk Fusion) y su impresión en 3D.

Fin de sesión

- Evaluación de entrada