

# اساسيات الأنظمة المدمجة

مقدمة عن الأنظمة المدمجة

**Eng. Elaf A.Saeed**

1. تعريف النظام المدمج.
2. التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة.
3. مكونات النظام المدمج.
4. مراحل تطوير الأنظمة المدمجة.

ماذا سنتعلم في هذه المحاضرة

# تعريف الأنظمة المدمجة



▶ **النظام المدمج** او كما يسمى في بعض الأحيان **"النظام المضمن"** هو أي نظام حاسوبي صغير الحجم يقوم بمجموعة من الوظائف التي تخدم أداة أو منتج معين.

▶ غالبا لا تباع هذه الأنظمة المدمجة للناس مباشرة ولكنها تكون **"مدمجة Embedded"** مع منتج معين.

▶ فمثلا عند شراء سيارة حديثة او فرن ميكروويف او غسالة كهربائية او حتى مكيف هواء فأنت ستجد ان جميع هذه المنتجات أصبحت تحتوي على حواسيب صغيرة تقدم وظائف تحكم ذكية مما يجعل كل المنتجات السابقة تحتوي على نظم مدمجة.

## تعريف الأنظمة المدمجة

# التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة





## التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة \_ 1

□ **التحكم الآلي** مثل الأنظمة المدمجة الموجودة في المصانع, الطائرات, الصواريخ والاقمار الصناعية واي ماكينة تعمل بصورة تلقائية (أوتوماتيكية) هذه في منتج معين.

□ الأنظمة جميعها تضم لغرض واحد فقط وهو التحكم



## التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة \_ 2

□ **المنتجات الخدمية** مثل المنتجات التي عادة  
نشتريها لأنفسنا في المنزل او المكتب مثل المكيف  
الهواء او الميكروويف الذي يحتوي على نظام  
تحكم الكتروني في الحرارة.



## التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة \_ 3

□ **المنتجات الترفيهية** مثل منصات الألعاب  
Wii, Gameboy, Xbox وكذلك المنتجات  
أصبحت تحمل وصف "ذكية" مثل الهواتف  
الذكية، الساعات الذكية وحتى أنظمة التلفاز  
الحديثة جميعها تعتبر أنظمة مدمجة.





## التطبيقات التي تستخدم بها الأنظمة المدمجة \_ 4

□ أنظمة الاتصالات الحديثة والتي لها نصيب كبير من هذا المجال خاصة بعد ظهور تقنيات الاتصال اللاسلكي مثل **Bluetooth** والـ **Wi-Fi** حيث تحولت الأجيال القديمة من أنظمة الاتصالات التي كانت تعتمد على **Analog Electronics** الى تقنيات المعالجة الرقمية المعتمدة على الأنظمة المدمجة مثلا جميع أجهزة الموجهات **Routers** التي توفر لنا الأنترنت ما هي الا **Embedded Linux System** وكذلك أنظمة الراديو القابلة للبرمجة **SDR** وشبكات المحمول هي أيضا نوع من الأنظمة المدمجة عالية الأداء.

# مكونات النظام المدمج



عادة ما تكون الأنظمة المدمجة من 3 مكونات رئيسية:

- **المتحكم الدقيق Microcontroller** والذي يعتبر العقل المتحكم في النظام.
  - **أدوات الادخال Input devices** مثل الحساسات المختلفة, ازرار الضغط او أي وسيلة ادخال معلومات المتحكم.
  - **أدوات الإخراج Output devices** والتي تسمى في بعض الحالات Actuators وتعتبر كل ما يتحكم به الـ Microcontroller مثل المحركات Motors, الشاشات LCD, سماعات صوتية...الخ.
- ❖ يتم اختصار أدوات الادخال والإخراج بكلمة I/O وهي اختصار ( Input/Output Devices)

## مكونات النظام المدمج

## Inputs

Sensor

Sensor

Sensor

Microcontroller

## Actuators

Motor

LCD

Speaker

مكونات النظام المدمج

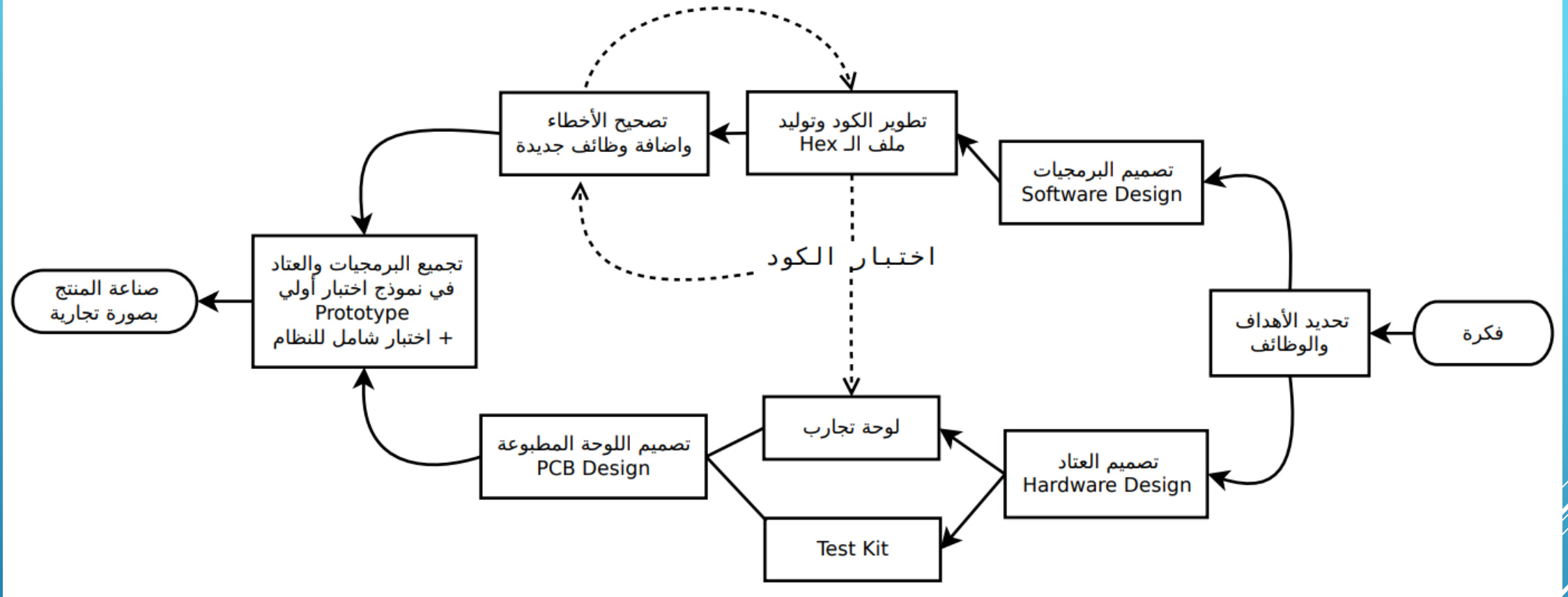
# مراحل تطوير الأنظمة المدمجة



► قبل البدء في تعلم صناعة الأنظمة المدمجة علينا ان نفهم الخطوات التي تساعدك على التخطيط لمشروع ناجح وفعال.

► الصورة التالية توضح الخطوات التي يتبعها مصممو الأنظمة المدمجة في تطوير أي منتج بداية من الفكرة حتى صناعة المنتج بصورة تجارية, كما نرى هناك مساران أساسيان وهما تصميم الـ **Software** وتصميم الـ **Hardware**.

مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

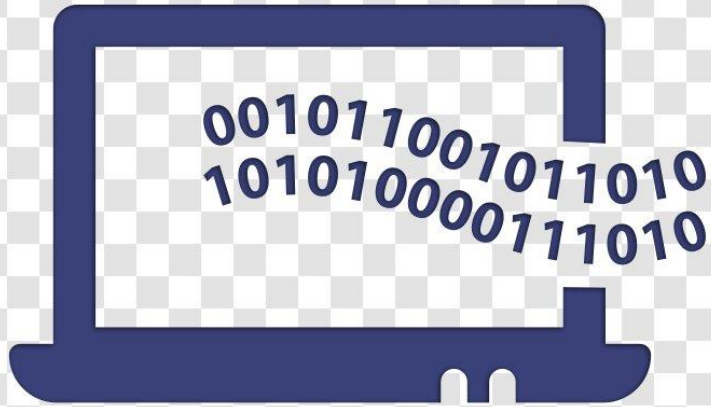


## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### أولاً: مراحل تطوير برامج المتحكمات

مثل جميع أنظمة الحواسيب في العالم نجد ان المتحكمات الدقيقة لا يمكنها ان تعمل دون برنامج يكتب بداخلها وهذا البرنامج يجب ان يكتب بالصيغة الثنائية الرقمية **Binary** فقط الصفر والواحد. هذه الصيغة غير مناسبة للفهم بالنسبة للبشر ويجب تفسيرها. لذا تقوم بعض الشركات المصنعة للمعالجات والمتحكمات الدقيقة بصناعة بعض الأدوات البرمجية التي تسهل على المطورين ان يصنعوا برامج بلغات مفهومة وقابلة للقراءة.





▶ في البداية كانت الشركات تصمم برمجيات التجميع Assemblers التي توفر للمطور مجموعة من الأوامر تسمى **أوامر التجميع Assembly Instructions**.

▶ والتي كانت أوامر قصيرة وسهلة نسبيا مثل ADD (اجمع رقمين) او SUB (اطرح رقمين), ولكن كانت هناك عيوب كثيرة لكتابة البرامج بهذه اللغة مثل الحجم والوقت, حتى ان بعض البرامج كنت تصل الى عشرات الالاف من السطور.

## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### أولا: مراحل تطوير برامج المتحكمات

```

C000                                ORG    ROM+$0000 BEGIN MONITOR
C000 8E 00 70  START  LDS      #STACK

*****
* FUNCTION: INITA - Initialize ACIA
* INPUT: none
* OUTPUT: none
* CALLS: none
* DESTROYS: acc A

0013      RESETA EQU    %00010011
0011      CTLREG EQU    %00010001

C003 86 13      INITA   LDA A  #RESETA  RESET ACIA
C005 B7 80 04          STA A  ACIA
C008 86 11          LDA A  #CTLREG  SET 8 BITS AND 2 STOP
C00A B7 80 04          STA A  ACIA

C00D 7E C0 F1          JMP     SIGNON  GO TO START OF MONITOR

*****
* FUNCTION: INCH - Input character
* INPUT: none
* OUTPUT: char in acc A
* DESTROYS: acc A
* CALLS: none
* DESCRIPTION: Gets 1 character from terminal

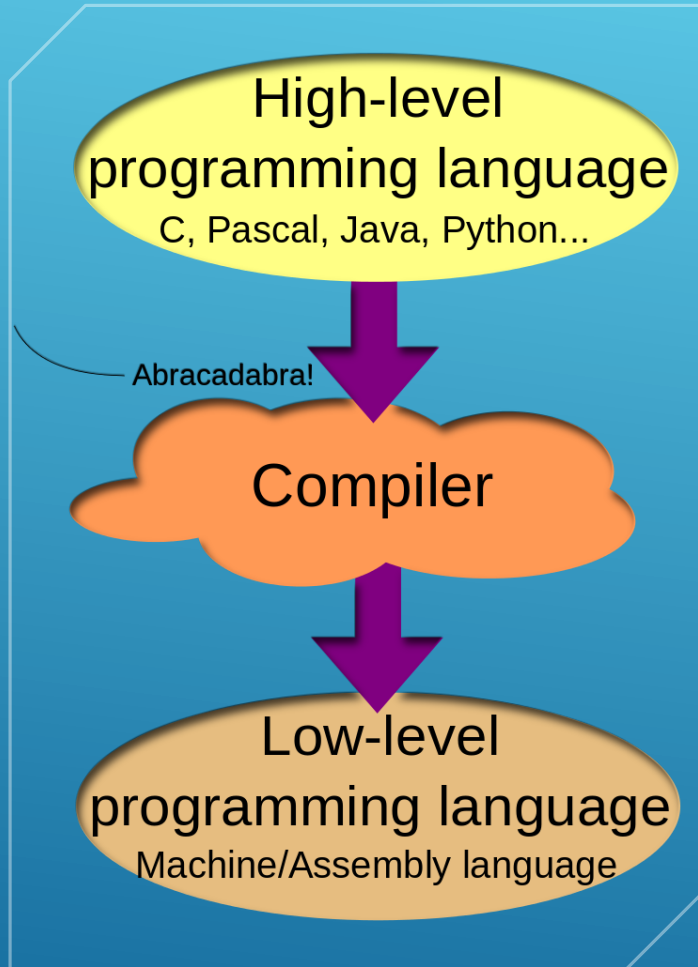
C010 B6 80 04  INCH    LDA A  ACIA      GET STATUS
C013 47          ASR A      SHIFT RDRF FLAG INTO CARRY
C014 24 FA      BCC     INCH      RECIEVE NOT READY
C016 B6 80 05      LDA A  ACIA+1    GET CHAR
C019 84 7F      AND A  #$7F      MASK PARITY
C01B 7E C0 79      JMP     OUTCH    ECHO & RTS

*****
* FUNCTION: INHEX - INPUT HEX DIGIT
* INPUT: none
* OUTPUT: Digit in acc A
* CALLS: INCH
* DESTROYS: acc A
* Returns to monitor if not HEX input

C01E 8D F0      INHEX   BSR     INCH    GET A CHAR
C020 81 30      CMP A  #'0      ZERO
C022 2B 11      BMI     HEXERR    NOT HEX
C024 81 39      CMP A  #'9      NINE
C026 2F 0A      BLE     HEXRTS    GOOD HEX
C028 81 41      CMP A  #'A
C02A 2B 09      BMI     HEXERR    NOT HEX
C02C 81 46      CMP A  #'F
C02E 2E 05      BGT     HEXERR
C030 80 07      SUB A  #7      FIX A-F
C032 84 0F      AND A  #$0F    CONVERT ASCII TO DIGIT
C034 39          RTS

C035 7E C0 AF  HEXERR  JMP     CTRL    RETURN TO CONTROL LOOP

```



## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### أولاً: مراحل تطوير برامج المتحكمات

بعدها ظهرت لغات عالية المستوى **High Level Language** مثل لغة سي. وهي لغات تسهل كتابة الكود البرمجي وتحويله الى لغة الآلة تلقائياً عن طريق **المتجمات Compilers** وبذلك أصبحت عملية تطوير الكود اسهل بكثير.

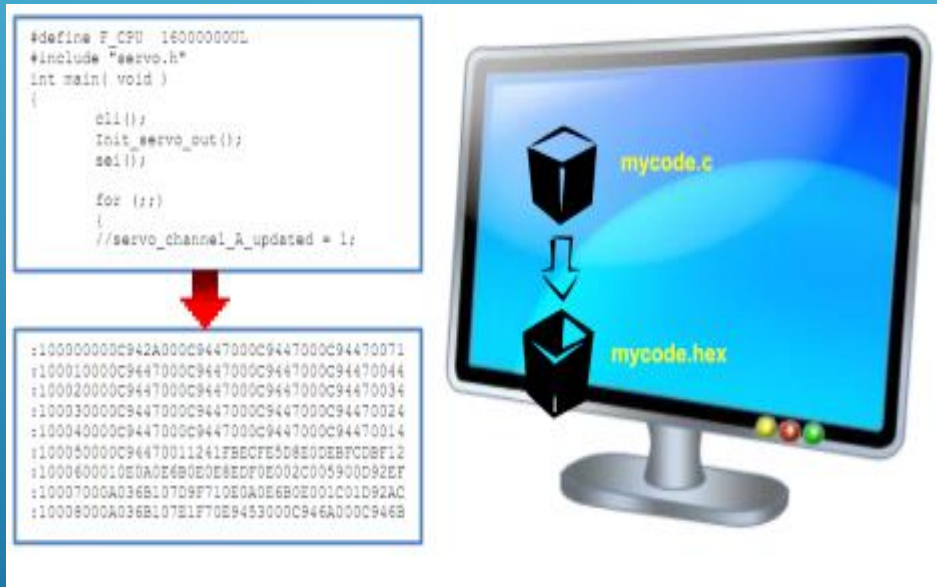
# مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

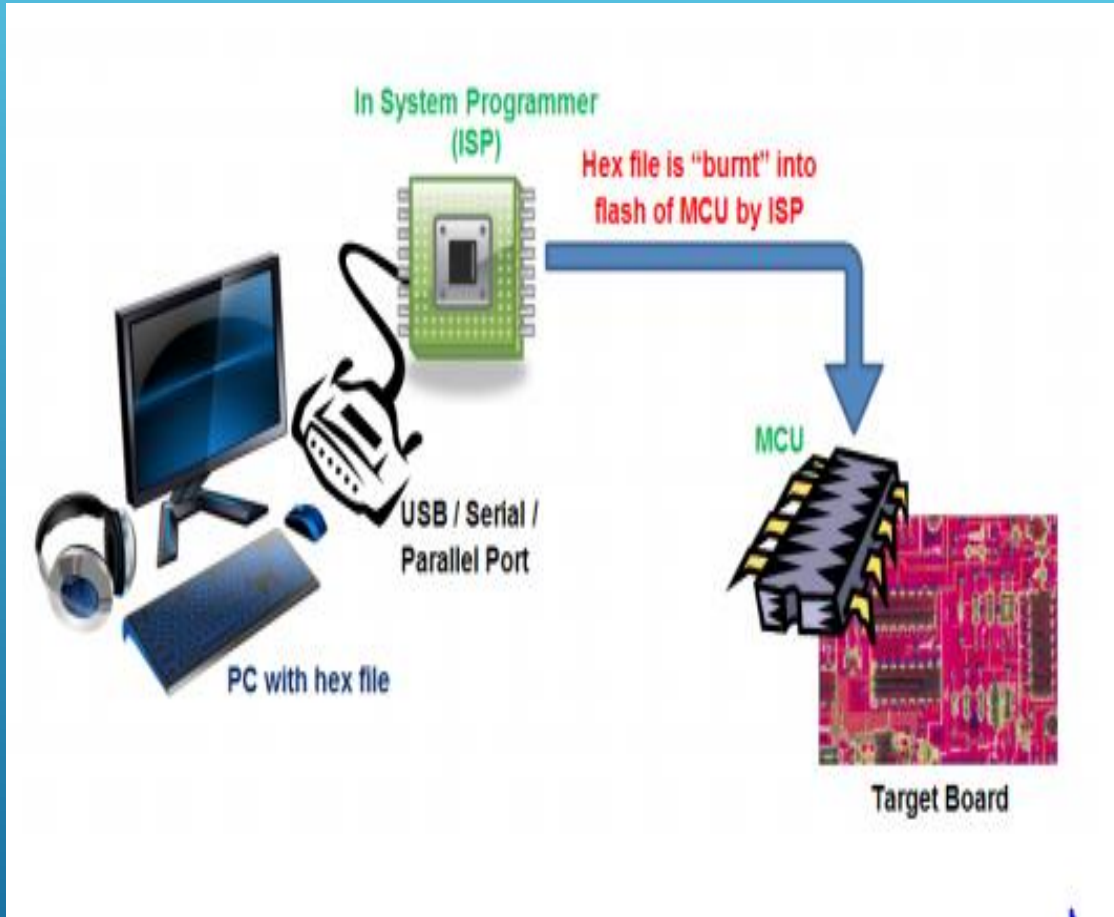
## أولاً: مراحل تطوير برامج المتحكمات

باستخدام لغة السي يمكننا تطوير برامج المتحكمات الدقيقة كالتالي:

1- **كتابة البرنامج بلغة C:** في هذه المرحلة نستخدم لغة السي للتعبير عن الوظائف التي نريد تنفيذها من المتحكم الدقيق.

2- **توليد ملف الـ Hex:** هو الملف الذي يحتوي على البرنامج الحقيقي الذي سيخزن داخل ذاكرة المتحكم ويتم توليده تلقائياً من تحويل الكود المكتوب بلغة السي الى الأوامر البرمجية بصيغة الـ hex.

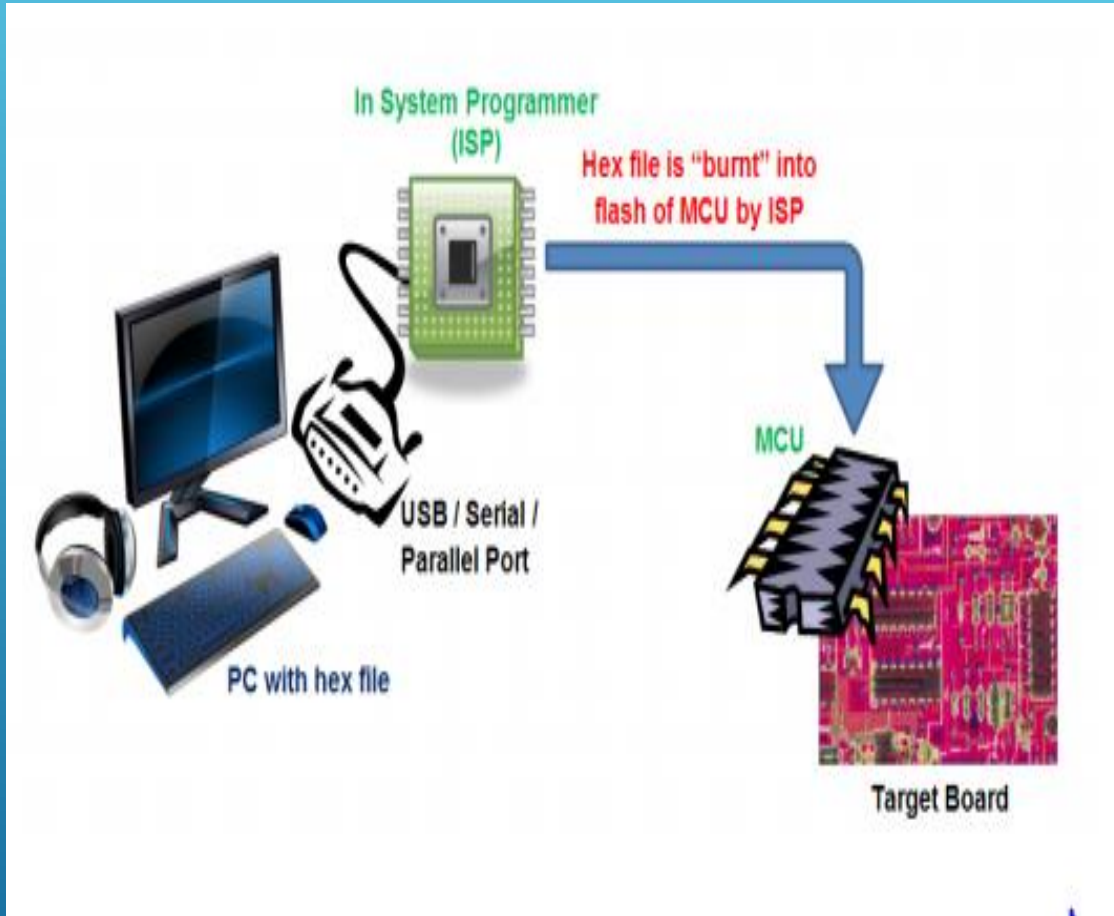




## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة أولاً: مراحل تطوير برامج المتحكمات

باستخدام لغة السي يمكننا تطوير برامج المتحكمات الدقيقة كالتالي:

3- رفع البرنامج من الحاسوب الى ذاكرة المتحكم: هذه المرحلة التي يتم كتابة (او كما يميها البعض بعملية حرق burn) البيانات الرقمية داخل ذاكرة المتحكم ليبدأ بتنفيذها حيث يقوم برنامج الرفع uploader بقراءة ملف ال Hex وتحويل القيم المسجلة الى بداخله الى بيانات ثنائية binary ثم يقوم بكتابتها داخل العنوانين المخصصة لها في ذاكرة المتحكم.



## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### أولاً: مراحل تطوير برامج المتحكمات

باستخدام لغة السي يمكننا تطوير برامج المتحكمات الدقيقة كالتالي:

4- **اختبار البرنامج واكتشاف الأخطاء:** في هذه المرحلة يتم تشغيل المتحكم الدقيق على لوحة التجارب او على **Test kit** للتأكد من ان البرنامج ينفذ المطلوب او لاكتشاف أي أخطاء, وقد يتم تكرار هذا الامر عشرات المرات حتى نصل الى برنامج يؤدي جميع الوظائف المطلوبة منه بأقل نسبة خطأ.



▶ لتطوير أي مشروع سنحتاج ان نوصل المتحكم الدقيق بالمكونات الالكترونية التي سيتحكم بها وهو ما يعرف بمفهوم ال **Devices Interfacing** (مواجهة الأجهزة المختلفة) فالمتحكم الدقيق لا يعمل بمفرده وانما يحتاج أجهزة أخرى ليستقبل منها القراءات (مثل الحساسات **Sensors**) او ليتحكم بها مثل الشاشات والمحركات.

▶ هناك طريقتين أساسيتين لعمل ذلك وهما, استخدام اللوحات التطويرية **Development Kit** او استخدام لوحة التجارب **Breadboard**, كل طريقة لها مميزات وعيوب.

## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### ثانيا: مراحل تطوير العتاد

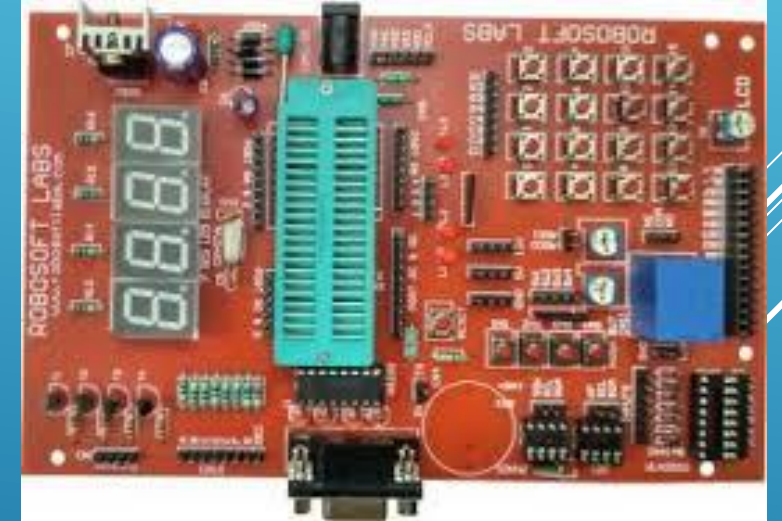
## Development Kit □

هي لوحة اختبار مكونة من المتحكم الدقيق + مجموعة كبيرة من العناصر الالكترونية المتصلة به بصورة جاهزة للتشغيل مثل شاشة **LCD**, لوحة مفاتيح, ازرار تحكم, حساسات حرارية وضوئية, ريلاي **Relay** وبعض أدوات الاتصال الرقمية مثل محول **RS232** وقد يوجد بها اكثر او اقل من ذلك.

هذه اللوحات تسهل عملية التطوير بصورة كبيرة فهي تحتوي على معظم ما قد تحتاجه على لوحة واحدة جاهزة ومتصلة ببعضها البعض وبالتالي لن تحتاج لشراء مكونات أخرى او توصيل عناصر إضافية وستوفر عليك وقت بناء الدوائر الالكترونية.

## مراحل تطوير الأنظمة المدمجة

### ثانيا: مراحل تطوير العتاد



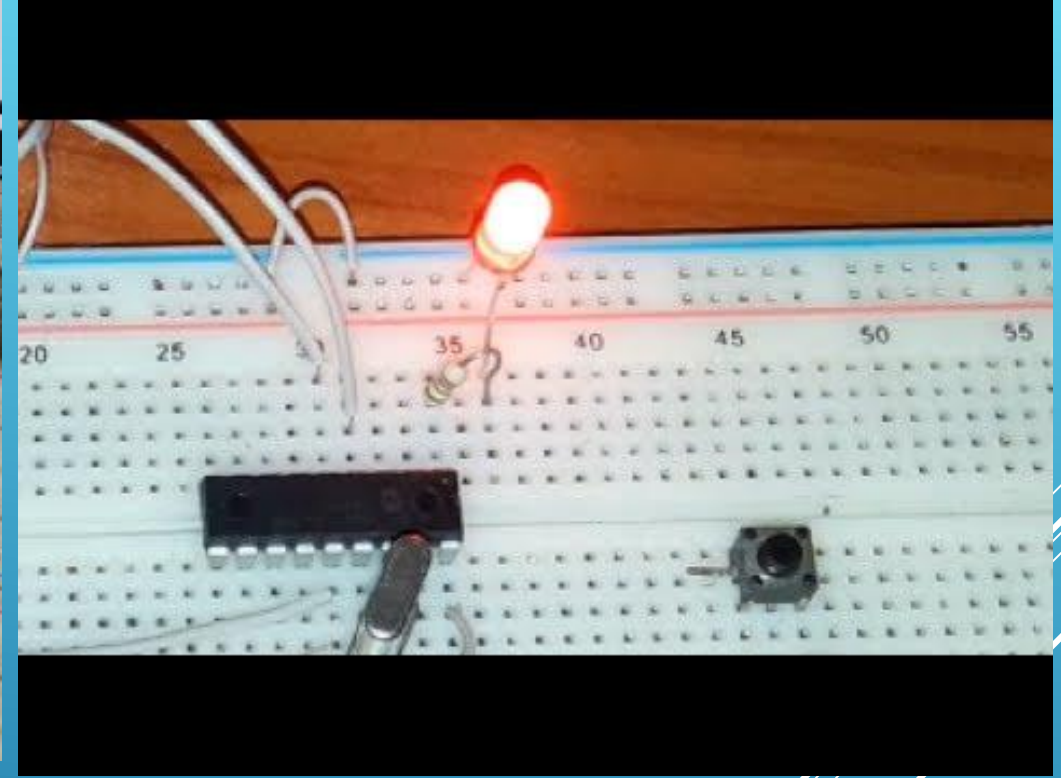
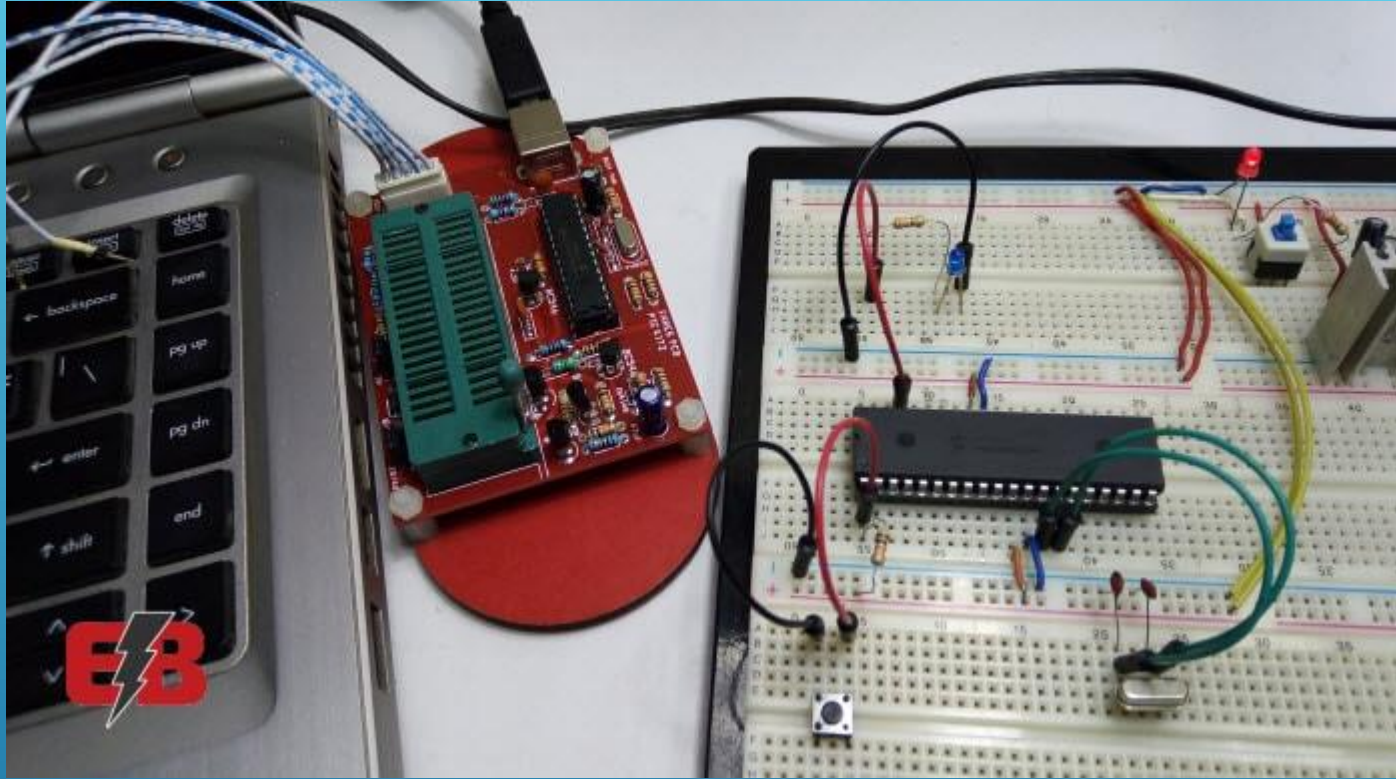
مراحل تطوير الأنظمة المدمجة  
ثانيا: مراحل تطوير العتاد



## □ لوحة التجارب Breadboard

الطريقة الثانية هي استخدام لوحة التجارب البلاستيكية والتي تساعدك على بناء أي دائرة إلكترونية باستخدام الأسلاك, تتميز هذه اللوحة بأنه يمكنك بناء أي دائرة قد تخطر على بالك فمن السهل ان تفك وتركب أي عنصر أو شريحة إلكترونية (من نوع **DIP**) على هذه اللوحة.

مراحل تطوير الأنظمة المدمجة  
ثانياً: مراحل تطوير العتاد



مراحل تطوير الأنظمة المدمجة  
ثانياً: مراحل تطوير العتاد

# نهاية الفصل الاول





**Eng. Elaf Ahmed Saeed**

**Email:** [elafe1888@gmail.com](mailto:elafe1888@gmail.com)

**LinkedIn:** <https://www.linkedin.com/in/elaf-a-saeed>

**Facebook:** <https://www.facebook.com/profile.php?id=100004305557442>

**GitHub:** <https://github.com/ElafAhmedSaeed>

**YouTube:** [https://youtube.com/channel/UCE\\_RiXkyqREUdLaiZcbBqSg](https://youtube.com/channel/UCE_RiXkyqREUdLaiZcbBqSg)