

Summary of Microcontroller Concepts: Clock System and Interrupts

MCU Clock System

الوظيفة: الساعة في أي ميكروكونترولر تحدد سرعة تنفيذ التعليمات.

• أنواع مصادر الساعة:

1. Internal Oscillator – مدمجة داخل الميكرو، سهلة الاستخدام لكن دقتها أقل.
2. External Crystal – دقة عالية وثبات جيد، لكنها تحتاج توصيل خارجي.
3. External Clock Source – من دائرة أو مولد تردد خارجي.

• مكونات أساسية في Clock System:

1. Clock Source – المصدر الفعلي للتردد.
2. PLL (Phase-Locked Loop) – مضاعف للتردد لتشغيل الـ MCU بسرعات أعلى.
3. Prescaler – يقسم التردد لاستخدامات مختلفة لتقليل الاستهلاك.

• أهمية اختيار التردد المناسب:

1. التردد العالي يعطي سرعة أكبر لكن يستهلك طاقة أعلى.
2. التردد المنخفض يوفر الطاقة لكن التنفيذ أبطأ.

Interrupt Fundamentals & Architecture

الفكرة: بدلاً من أن يقوم الميكروكونترولر بفحص الحدث باستمرار (Polling)، يتم تنبيهه عند حدوثه عن طريق الـ Interrupt.

• مكونات الـ Interrupt:

1. Interrupt Source – الحدث نفسه (زر، تايمر، UART...).
2. Interrupt Request (IRQ) Line – خط نقل الطلب إلى وحدة التحكم.
3. Interrupt Vector Table (IVT) – جدول عناوين دوال المعالجة لكل Interrupt.

- أنواع ال Interrupts:
 - Internal – من داخل الميكروكنترولر (مثل التايمر أو ال ADC).
 - External – من إشارات خارجية (زر أو حساس).
- Interrupt Priority: بعض المعالجات تدعم مستويات أولوية بحيث يتم التعامل مع الأهم أولاً.

Interrupt Handling & Startup Process

1. حدوث الحدث يولد إشارة Interrupt.
 2. الميكروكنترولر يكمل تنفيذ التعليمة الحالية.
 3. حفظ سياق المعالج (Registers, Program Counter).
 4. القفز إلى العنوان في IVT الخاص بال ISR.
 5. تنفيذ ال ISR (Interrupt Service Routine) لمعالجة الحدث.
 6. استرجاع السياق والعودة إلى البرنامج الرئيسي.
- ملاحظة: يجب أن يكون ال ISR قصيراً وسريعاً لتجنب تعطيل باقي المهام.

Software Mechanisms for Managing Interrupts

- Enable/Disable Interrupts: إيقاف أو تشغيل استقبال ال Interrupts مؤقتاً.
- Masking: منع نوع معين من ال Interrupts مع السماح لآخرين.
- Nesting: السماح ل Interrupt ذو أولوية أعلى أن يوقف ISR حالي.
- Debouncing: للتعامل مع الاهتزازات السريعة في الإشارات القادمة من الأزرار.
- Interrupt Flags: مؤشرات في السجلات تدل على حدوث Interrupt ويتم مسحها داخل ال ISR.