

## Chapitre 2

### Les Entrées/Sorties Digitales Et Analogiques

#### 2.1. Les Entrées/Sorties Numériques : Fondamentaux et Configuration

Ce premier volet du chapitre s'attache à maîtriser l'utilisation des broches d'entrée-sortie numériques, qui constituent l'interface la plus simple mais aussi la plus ubiquitaire entre le microcontrôleur et son environnement. Nous débuterons par l'étude des registres de configuration, véritables pivots logiciels qui déterminent le comportement de chaque broche. Le registre DDR (Data Direction Register) permet de définir si une broche fonctionne en entrée ou en sortie, tandis que le registre PORT contrôle l'état haut ou bas lorsqu'elle est configurée en sortie, et active la résistance de pull-up interne lorsqu'elle est en entrée. En complément, le registre PIN sert à lire l'état logique présent sur une broche configurée en entrée. Nous aborderons ensuite la notion de pull-up interne, une fonctionnalité intégrée qui évite l'ajout de composants externes en maintenant un niveau logique haut par défaut lorsque l'entrée n'est pas activement pilotée. Enfin, une attention particulière sera portée à la problématique du rebond (debouncing) des interrupteurs mécaniques. Nous analyserons les causes physiques de ce phénomène parasite, puis nous explorerons les techniques de filtrage, qu'elles soient matérielles (circuit RC) ou logicielles, en mettant l'accent sur les méthodes temporelles basées sur l'attente ou l'utilisation de timers pour obtenir une détection d'appui fiable et robuste.

#### 2.2. L'Acquisition Analogique : Le Convertisseur Analogique-Numérique (CAN)

La seconde partie de ce chapitre est dédiée à l'acquisition de grandeurs analogiques, une fonctionnalité essentielle pour interfacer des capteurs tels que des capteurs de température, des potentiomètres ou des cellules photovoltaïques. Nous étudierons en détail le convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré au microcontrôleur, en commençant par les paramètres de configuration qui influencent directement la qualité et la rapidité des acquisitions. La résolution, exprimée en bits (typiquement 8, 10 ou 12 bits), détermine la finesse de la quantification et donc la précision théorique de la mesure. Nous verrons comment choisir et configurer la tension de référence ( $V_{ref}$ ), qui peut être interne (comme la tension d'alimentation ou une référence de bande interdite) ou externe, afin d'adapter la plage de mesure aux besoins de l'application. Le temps de conversion, quant à lui, résulte d'un compromis entre la fréquence d'horloge du CAN et la rapidité d'acquisition requise ; nous apprendrons à paramétrer les prédiviseurs et le temps d'échantillonnage pour éviter les erreurs dues à une impédance de source trop élevée. Enfin, nous aborderons les techniques de filtrage logiciel, indispensables pour obtenir des mesures stables et exploitables dans un environnement réel souvent parasité. Seront présentées des méthodes simples comme le

filtrage par moyenne glissante ou par médiane, ainsi que des approches plus avancées comme le filtrage exponentiel ou les algorithmes de rejet des valeurs aberrantes, permettant de concilier réactivité et immunité au bruit.

### 2.3. Synthèse et Mise en Pratique

Pour conclure ce chapitre, une mise en perspective pratique permettra de consolider les notions abordées. Nous verrons comment combiner les entrées/sorties numériques et analogiques au sein d'une même application, par exemple en utilisant des entrées numériques pour configurer un mode de fonctionnement, des sorties numériques pour commander des indicateurs lumineux, et des entrées analogiques pour acquérir des grandeurs physiques. Cette synthèse sera l'occasion de réviser les bonnes pratiques de programmation : initialisation systématique des registres avant utilisation, respect des temps d'établissement pour les conversions analogiques, et structuration du code pour faciliter la maintenance et l'évolution des applications. Les exercices pratiques associés permettront aux apprenants de mettre en œuvre concrètement ces concepts sur leur plateforme de développement, en réalisant des montages simples tels que la lecture d'un potentiomètre avec affichage sur des LED, ou la détection de front sur un bouton poussoir avec gestion du rebond.