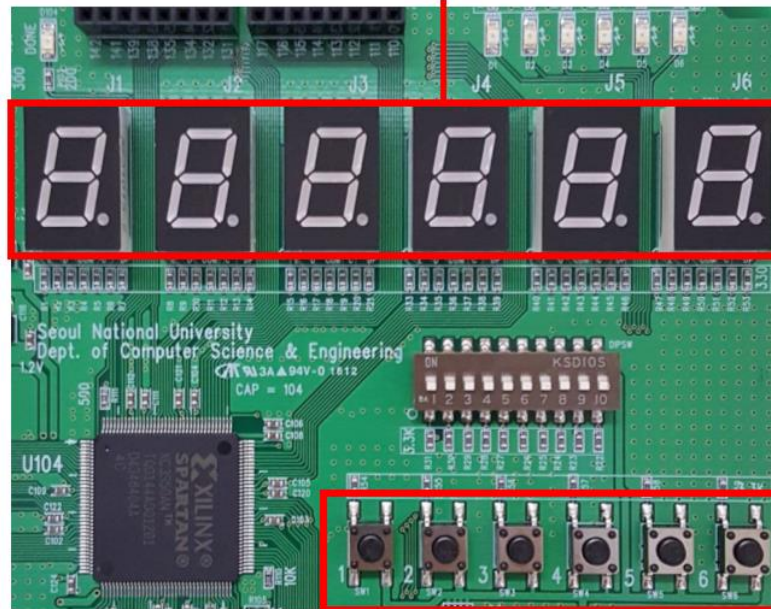


## 2017년 논리설계 Final Project: 디지털 시계 만들기

### 입출력 개요

#### 출력값(시간, 모드 등) 표시



#### 입력값

(MODE, SET, OP1, OP2, 자유구현, RESET)

그림 1. 기본 구현에서의 입출력 개요

위의 그림 1은 기본 구현에서의 입출력 보드 인터페이스를 나타낸 것이다. 각 컴포넌트 별로 미리 지정된 기능은 아래와 같다.

- **7-segment 디스플레이**

시간을 10진수로 정해진 규격(12시간/24시간 표현법)에 따라 표시한다. 추가 구현 시에 모드 표시등 다양한 방식으로 활용할 수 있다.

- **푸시 스위치**

총 6개의 푸시 스위치 중 5개는 기본 구현에서 사용 기능을 정해놓았다. 맨 앞의 스위치부터 각각 MODE 선택(SW1), 설정/확인 버튼(SW2), 리셋(SW6)으로 지정하였다. 또한 구현할 각 모드에 따라 SW3를 기능 1번(OP1), SW4를 기능 2번(OP2)로 지정하였고, 왼쪽에서 5번째 스위치(SW5)는 자유롭게 향후 추가구현에서 사용할 수 있다.

- **6개의 색상 LED와 DIP 스위치**

자유롭게 기본 구현과 연관된 추가구현에서 사용할 수 있다.

## 구현 사항

### 1. 기본 구현 사항 (총 200점)

- **시계 모드: 70점**
  - 현재 시간을 정확히 1초에 한 번씩 증가시키는 디지털 시계를 구현한다.
  - 현재 시간을 임의의 시간으로 설정할 수 있어야 한다.
- **알람 설정 모드: 70점**
  - 임의의 알람 시간을 설정한 다음, 해당 시간이 되면 시계기능에서 이를 알린다.
  - 알람 시간을 임의의 시간으로 설정할 수 있어야 한다.
- **스톱워치 기능: 60점**
  - 1/100초 단위까지 측정하는 스톱워치를 구현한다.

### 2. 추가 구현: 자유롭게 전자 시계의 기본 기능을 확장하여 구현 (가산점 최대 50점)

- **Programmable Watch 구현: 50점**
  - 입력 값을 푸시 버튼에서 받지 않고, 미리 Programming하여 레지스터에 저장한 일련의 Instruction을 읽고 그것에 따라 동작한다.
- **디스플레이 관련 추가 구현**
  - 디스플레이 밝기 조절
- **스톱워치 lap 저장 기능**
  - 진행 중인 스톱워치에서 스톱워치를 중단하지 않고 2개 이상의 lap을 저장한다.
- **Mode 변환 알림**
  - 모드가 변하면서 7-segment display에 현재 진입하는 모드가 무엇인지를 표시하도록 한다.
- **시계 잠금 기능**
  - 시계의 디스플레이를 끌 수 있는 기능을 구현. 켜다가 다시 켤 때에는 비밀번호를 입력해야 하는 기능
- **그 외의 다양한 자유로운 구현**

### 주의 사항

- ① Programmable Watch을 제외한 나머지 추가 구현 평가는 구현의 난이도에 따라 30점 내에서 차등적으로 이루어진다.
- ② 추가 구현 시 새로 구현된 기능이 기능적으로 새로운 구현이 아니거나 난이도가 낮은 경우 추가 구현으로 인정하지 않음. [예] 시간의 16진수 표시, 시계 멈춤 기능, 색상 LED에 현재의 모드를 표시하는 기능, MODE를 2개씩 점프하는 기능 등

## 기본 구현 세부사항

### 1. 시간 표현법

시간을 표시하는 방법에는 2가지를 사용한다. 24시간 표현법과 12시간 표현법을 사용하는데, 각각의 표현 방법은 아래의 그림과 같다. 12시간 표현법의 경우 AM과 PM으로 표시하는 대신에 초 표시를 누락한다. 또한 시간의 경계에서의 표현 조건은 아래의 표와 같다. (일반적인 시계의 Convention을 따름)

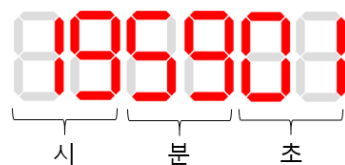


그림 2. 시계 기능의 24시간 표현법

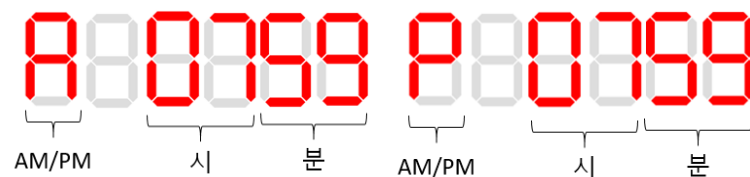


그림 3. 시계 기능의 12시간 표현법

표 1. 시간 경계에서의 표현법

시간 표현법	경계 시간	표현
12시간 표현법	자정	000000
24시간 표현법	정오	120000
	자정	000000

## 2. 시계 기능

맨 처음에 reset(SW6)을 누르면 시작하는 기능은 시계 기능이다. 이 시계 기능에서의 시간 표시 방식은 앞서 설명한 시간 표현법에 의해 표현한다, 시간은 정확하게 진행되어야 하며, 가장 작은 단위인 초는 정확히 1초에 1번씩 증가하여야 한다.

또한 현재의 시간이 이전에 설정된 알람 시간일 경우 시간을 표시하는 모든 7-segment 디스플레이가 깜박거리야 한다. 시간이 진행하여 알람 시간이 지났어도 알람은 OP2(AOFF)버튼을 누르기 전까지는 계속 유지되어야 한다. 위의 시계 모드에서 각 버튼을 눌렀을 경우의 동작은 아래와 같다.



그림 4. 시계 기능에서의 버튼 기능

- **MODE 버튼 (SW1)**

알람을 설정하는 모드로 진입한다. 다른 모드에 있더라도 항상 시계는 일정하게 계속 진행된다. 만약 SET(SW2)을 눌러 시간을 설정 중일 때 MODE(SW1)를 눌러 알람 설정 모드로 이동했다가 다시 돌아오면 현재 진행하던 작업을 그대로 진행할 수 있어야 한다. 설정 중이던 값도 저장되어 있어야 한다.

- **SET 버튼 (SW2)**

현재의 시간을 설정할 수 있도록 한다. 시간 설정 기능의 경우 뒤에서 자세히 설명한다.

- **OP1(DISPLAY) 버튼 (SW3)**

24시간 표현법과 12시간 표현법을 토글한다. 24시간 표현법일 때 DISPLAY를 누르면 12시간 표현법으로 나타나고 12시간 표현법일 때 DISPLAY를 누르면 24시간 표현법이 나와야 한다. 알람 설정 모드에서의 표현법과 독립적이다.

- **OP2(AOFF) 버튼 (SW4)**

알람이 활성화되어 현재 전체 디스플레이가 깜빡이고 있을 경우 AOFF를 누르면 알람이 끝난다. 추가 구현으로 음악이나 비프음으로 이를 알람을 구현했을 경우에도 똑같이 적용된다.

### 3. 시계 시간 설정

위의 시계 기능에서 SET(SW2)을 누르면 들어올 수 있는 모드로, 이 모드에서는 현재 시간을 설정한다. 직전 시계 표시에서 24시간 표현법이 사용되는 상태에서 설정으로 들어오면 24시간 설정으로, 12시간 표현법이 사용되는 상태에서 설정으로 들어오면 12시간 표현법에 의거한 설정으로 들어와야 한다. 각 표현법에 따라 다른 방식으로 시간을 설정하게 되며, 시간 설정 중에는 표현법을 바꿀 수 없다.

기본적으로 시계 시간 설정은 24시간 표현법에서는 시-분 차례로, 12시간 표현법에서는 AM/PM-시-분 순으로 시간을 설정할 수 있다. 또한 각 설정 방식에 따라 현재 설정하고 있는 항목에 해당하는 디스플레이만 깜박인다. 예를 들어 24시간 표현법에서 시를 설정하는 경우에는 시를 표시하는 좌측 2개의 segment만 깜박거리고, 분을 설정하는 경우에는 중간 2개의 segment만 깜박거리다. 단, 초는 설정하지 않으므로 어떤 경우에도 깜박거리지 않는다.



그림 5. 시계 시간 설정 시 버튼 기능

- **24 시간 표현법에 따른 시간 설정**

시-분의 순서대로 설정이 진행된다. 시의 경우 00~23까지의 숫자를 가질 수 있으며, OP1(UP) 버튼을 누르면 숫자가 더해지고, OP2(DOWN) 버튼을 누르면 숫자가 감소한다. 시를 설정하고 나서 SET을 누르면 분을 설정할 수 있다. UP/DOWN 규칙은 같으며 분의 경우에는 0~59까지의 숫자를 가질 수 있다. 59에서 0으로 변화할 때 시는 변경되지 않는다. 즉 분에서 설정 중인 경우에 시 항목으로 carry가 발생하지 않는다. 초는 설정하지 않으므로 항상 00으로 표현한다. 분 설정에서 SET을 누르면 시계 표시 모드로 돌아간다.

- **12시간 표현법에 따른 시간 설정**

AM/PM-시-분의 순서대로 설정이 진행된다. AM/PM의 경우 OP1(UP), OP2(DOWN) 모두 AM/PM 사이에서 토글된다. AM/PM 설정 후 SET을 누르면 시를 설정할 수 있고, 정해진 convention에 따라 시의 경우 1~12의 숫자를 가질 수 있다. OP1(UP) 버튼을 누르면 숫자가 더해지고, OP2(DOWN) 버튼을 누르면 숫자가 작아진다. 시를 설정하고 난 뒤에는 분을 설정할 수 있고, 분은 0~59까지의 숫자를 가질 수 있다. 분 설정에서 SET을 누르면 24시간 표현법에서와 같이 시계 표시 모드로 돌아간다.

#### 4. 알람 시간 설정

알람 설정 기능의 경우 시계 표시 모드에서 MODE를 누르면 동작한다. 알람 설정에 처음 들어 오면 설정된 알람 시간이 없는데, 이 경우에는 아래와 같이 표현하여 알람이 설정되지 않음을 표시한다.



그림 6. 설정된 알람이 없을 경우

이 때 각 버튼을 누르는 경우 아래와 같이 작동한다.



그림 7. 알람 시간 설정 기능에서의 버튼 기능

- **MODE 버튼 (SW1)**

알람 시간 설정 모드에서 MODE 버튼을 누르면 스톱워치 기능으로 진입한다. 설정 중이던 알람이 있을 때 MODE를 눌러 스톱워치 기능으로 이동했다가 다시 돌아오면 현재 진행하던 작업을 그대로 진행할 수 있다. 값도 저장되어 있다.

- **SET 버튼 (SW2)**

알람 시간을 표시하는 기능에서 알람 시간을 설정하는 기능으로 진행한다. 알람 시간을 설정하는 기능의 경우 위의 시계 설정 기능과 동일하게 작동하되, 설정이 끝난 경우에는 알람 시간을 표시하는 현재의 기능으로 돌아온다.

- **OP1(DISPLAY) 버튼 (SW3)**

24시간 표현법과 12시간 표현법을 토글한다. 24시간 표현법일 때 UP을 누르면 12시간 표현법으로 나타나고 12시간 표현법일 때 UP을 누르면 24시간 표현법이 나와야 한다. 여기서 DISPLAY 모드는 시계 모드에서의 DISPLAY 모드와 독립적이다. 즉, 두 모드에서의 표현법은 일치하지 않아도 된다.

- **OP2(CLEAR) 버튼 (SW4)**

현재 설정되어있는 알람이 있을 경우, 그 알람을 비활성화한다.

## 5. 스톱워치 기능

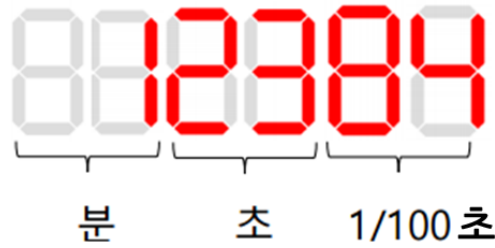


그림 8. 스톱워치 기능에서의 디스플레이 방식

스톱워치 기능에서의 디스플레이 방식은 위와 같다. 앞의 2자리는 분,中间的 2자리는 초, 뒤의 2자리는 1/100초 단위이다. 스톱워치는 정확하게 1/100초마다 증가하며 처음에 진입할 경우에는 0분 0.00초로 초기화되어 있다. 시간 표현은 분과 초의 경우 앞의 leading zero를 삭제하고 1/100초의 경우에는 leading zero를 표현한다. 또한 최대값(59분 59.99초)가 되면 더 이상 증가하지 않고 자동으로 정지한다.



그림 9. 스톱워치 버튼 기능

- **MODE 버튼 (SW1)**

시계 기능으로 진입한다. 진행 중이던 스톱워치가 있을 때 MODE를 눌러 시계 기능으로 이동했다가 다시 돌아오면 계속 스톱워치가 진행하고 있어야 한다.

- **SET 버튼 (SW2)**

스톱워치가 정지 상태에 있었다면 진행으로, 진행 상태에 있었다면 정지 상태가 된다.

- **OP1(CLEAR) 버튼 (SW3)**

스톱워치가 정지 상태에 있을 때 스톱워치를 0분 0.00초로 초기화한다. 진행 상태에 있을 경우에는 아무런 기능도 수행하지 않는다.

- **OP2 버튼 (SW4)**

스톱워치와 관련된 추가 구현에서 자유롭게 사용할 수 있다.

## 추가 구현

본 과제에서의 추가 구현은 개인이 자유롭게 진행할 수 있다. 추가 구현을 통해 최대 50점의 가산점을 획득할 수 있다. Programmable Watch을 구현한 경우에는 50점이 모두 주어진다. 나머지 추가 구현은 난이도에 따라 30점 내에서 차등적으로 점수가 부여된다. 자신이 추가적으로 구현한 내용은 보고서에 포함되어 있어야하고 그것을 제출해야한다. 추가 구현의 검사는 기본 구현의 검사와 함께 진행한다.

## 동작 영상 링크

기본 구현

- <https://www.youtube.com/watch?v=JTQANSKILgY>

추가 구현 (Programmable Watch)

- <https://www.youtube.com/watch?v=UuR7pJNGfDk>