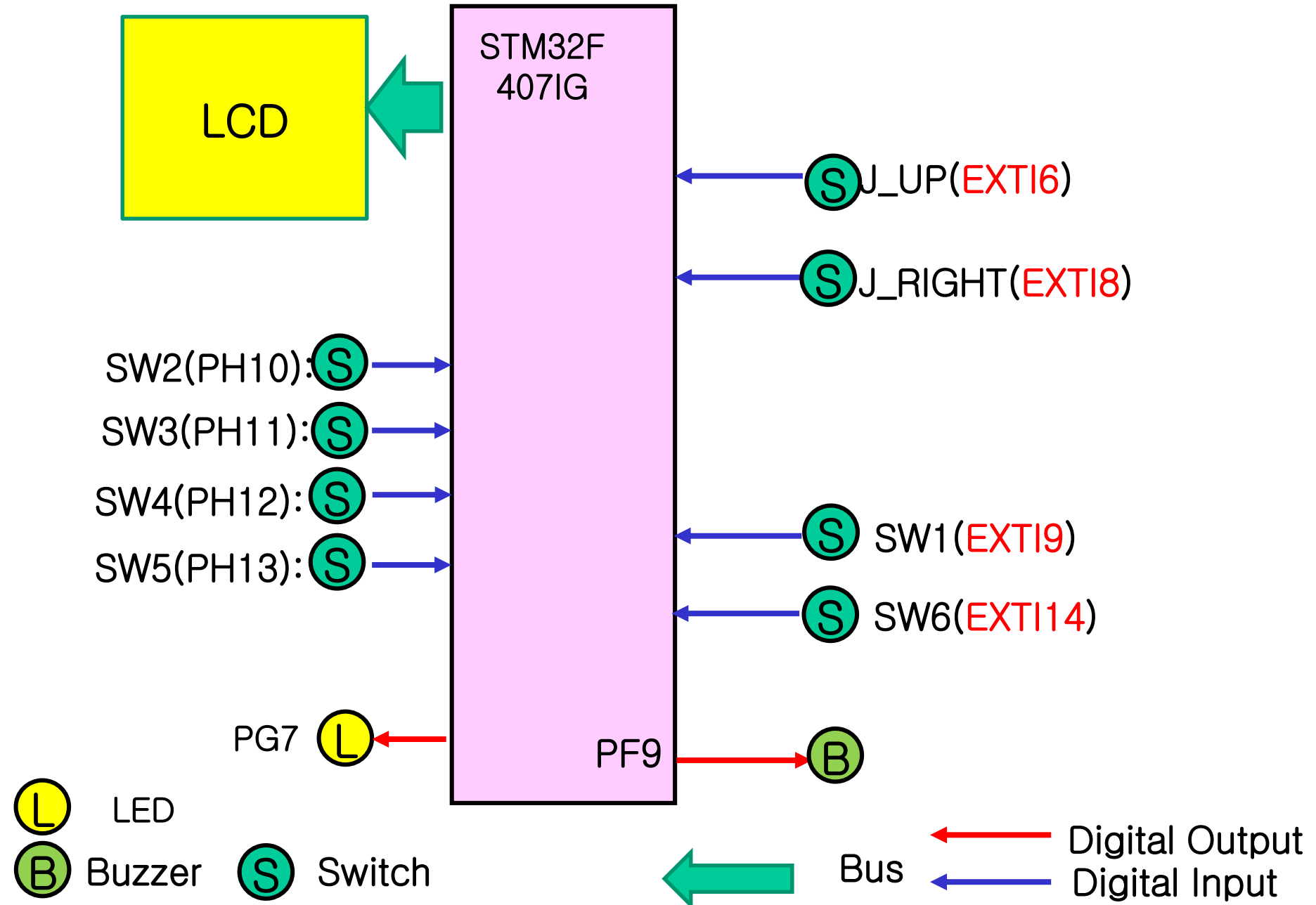
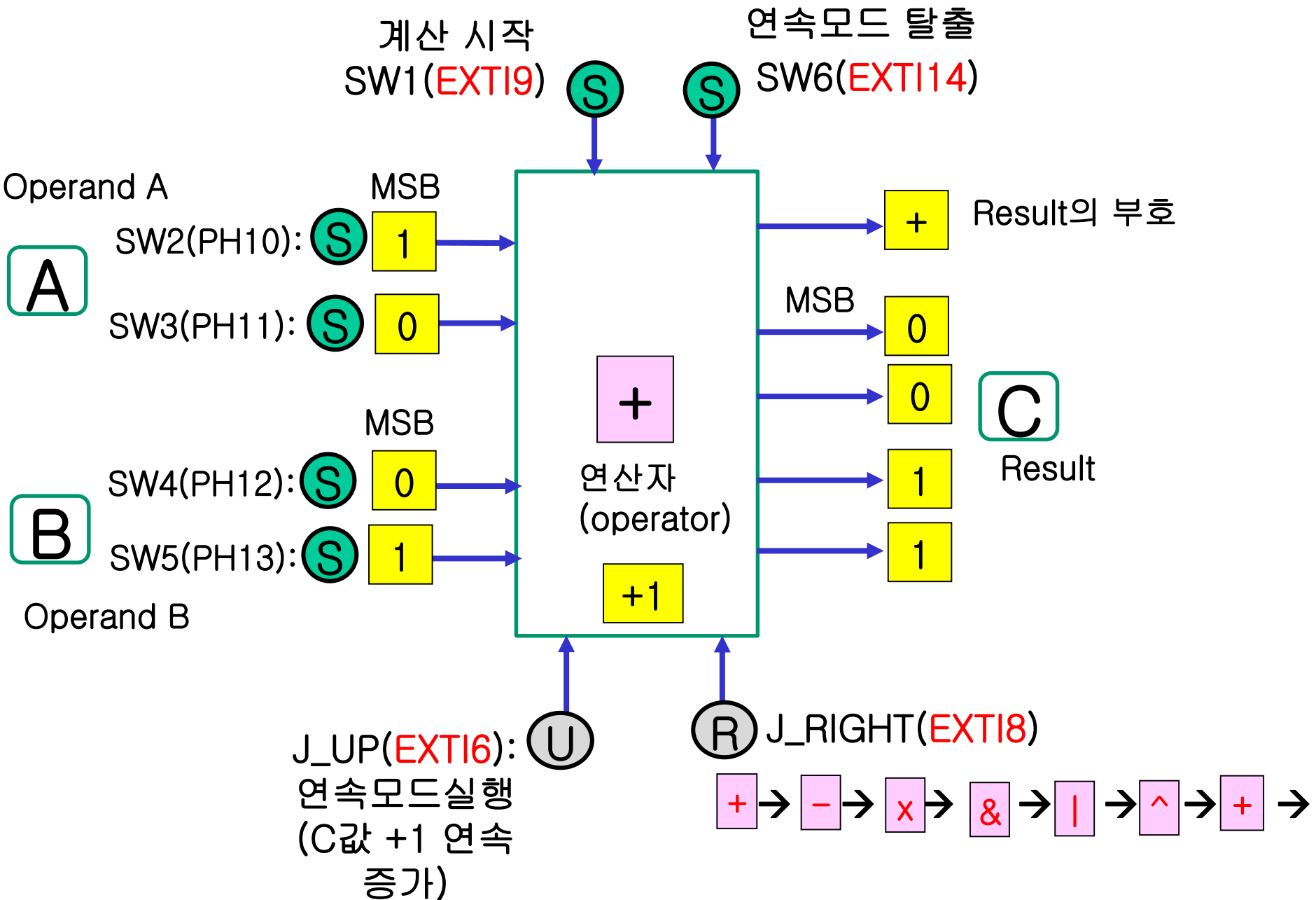


# TP2. 이진 연산기(GPIO/EXTI/LCD/FRAM/JoyStick)





## ➤ 개요: 이진(2비트) 연산을 하는 계산기 프로그램 제작

- 덧셈:  $A + B = +C$
- 뺄셈:  $A - B = + \text{ or } - C$
- 곱셈:  $A \times B = +C$
- AND:  $A \& B = +C$
- OR:  $A | B = +C$
- XOR:  $A \wedge B = +C$

\* A,B: Operand(2비트), C: Result(2~4비트)

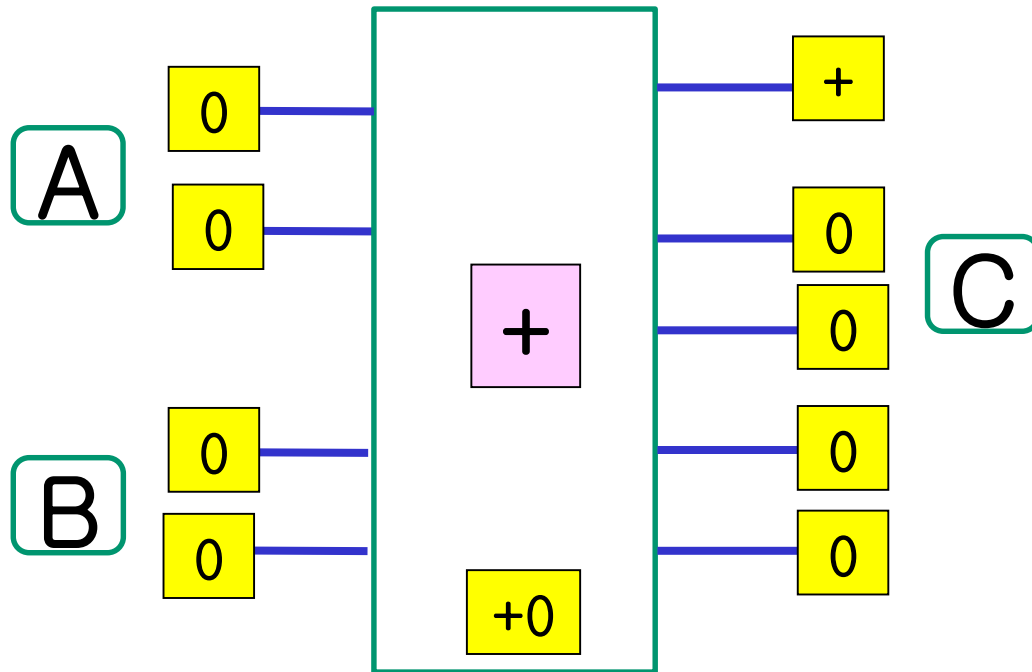
## ➤ Operand 입력

- A입력: SW2(MSB) & SW3(LSB)
  - Keyscan() 이용, 스위치 입력시 부저 1회
  - 각 스위치를 누를 때마다 '0'과 '1' 이 교대로 변하고 LCD에 표시
  - 두 값을 합쳐 변수(예:Aopnd)에 저장
- B입력: SW4(MSB) & SW5(LSB)
  - Keyscan() 이용, 스위치 입력시 부저 1회
  - 각 스위치를 누를 때마다 '0'과 '1' 이 교대로 변하고 LCD에 표시
  - 두 값을 합쳐 변수 (예:Bopnd)에 저장

- Operator(연산자) 선택
  - J\_RIGHT 입력 (입력시 부저 1회)
  - EXTI8 handler를 실행하여, 현재 연산자 기준 다음과 같은 순서로 연산자를 전환(연산자를 변수(예: Operator)에 저장)하고, 전환한 연산자를 LCD에 표시하고 handler에서 return
  - ... '+' → '-' → 'x' → '&' → '|' → '^' → '+' ...
  - EXTI8 handler 루틴 실행할 때마다 1회 연산자 전환
  - \* 연속증가 연산(+1)은 연산자에 해당하지 않음
  
- 연산 결과값 출력
  - C 출력: SW1(EXTI9) 입력 (EXTI9 handler 루틴 실행, 부저 1회)
  - A와 B를 연산한 후 결과값을 변수(예:Cresult)에 저장한 후 LCD에 최소 2비트에서 최대 4비트로 표시
  - '-' 연산 후에는 결과가 음수일 수 있음. 다른 연산은 모두 양수임.
  - 음수(양수) 결과인 경우에 LCD에 부호 표시란에 '-'('+')를 표시
  - 예1)'01' + '11' = '0100'(부호 '+')
  - 예2)'01' - '11' = '0010'(부호 '-')
  - 예3)'11' x '11' = '1001'(부호 '+')

# [초기 화면]

\* ALL LED : OFF



- 연속 증가 모드 실행 (연속증가 연산(+1)은 연산자에 해당하지 않음)
  - J\_UP(EXTI6) 입력: EXTI6 handler 실행하여 현재의 C값에 +1함
  - LCD의 노란 박스 안에 '+1'표시( +1 ), 부저 1회, LED7 ON
  - 0.5초마다 다음과 같이 C+1 하여 LCD에 표시  
 ...'0000'→'0001'→ ... → '1111' →'0000' ...
  - 탈출 명령이 입력되기 전까지 계속 증가
  - 탈출 flag(변수)가 변경(EXTI14 handler 루틴에서 변경)될 때까지 handler 루틴안에서 무한루프 실행
  - 연속증가 모드 종료시(EXTI6 handler 루틴 return시)  
 LCD의 노란 박스 안에 '+0'표시( +0 ), 부저 3회. LED7 OFF
  
- 연속 증가 모드 탈출
  - SW6(EXTI14) 입력 (부저 1회후 1초delay 실행)
  - EXTI14 handler 실행하여 탈출 flag 값을 변경
  - EXTI 초기화 루틴에서 EXTI14의 priority number < EXTI6의 priority number 되도록 EXTI→IP[ ]값을 지정!

## ➤ FRAM 저장

- 연산자와 결과값(C값)이 변경될 때마다 FRAM에 저장
- 최종 연산자: FRAM 530번지에 저장
- 최종 결과값(C값): FRAM 531번지에 저장
- 리셋시 초기화면에 저장한 값을 read하여 해당 변수에 저장하고, LCD에 표시

## [RESET시 초기 화면]

\* (예) 리셋전 최종 연산자는 'x', 최종결과값은 '0110'

\* ALL LED : OFF

