**13­­­주차 예비 보고서**

20150555 남민혁

**1.** **Shift register에 대해 조사하시오.**

시프트 레지스터란 선형 방식으로 이어져 있는 레지스터의 집합으로서 이진 데이터를 저장하여, 시프트 신호 입력이 있을 때, 데이터를 오른쪽 또는 왼쪽 방향으로 1비트씩 이동시키는 레지스터이다. 시프트 레지스터는 직렬 또는 병렬 입출력 방식인지에 따라 구분되며, 입출력의 방식을 서로 다르게 조합하여 SIPO (직렬입력, 병렬출력)와 PISO (병렬입력, 직렬출력)등의 방식도 존재한다. 주로 지연 소자, 데이터의 직렬-병렬 변환이나 정보를 하드웨어적으로 암호화를 위한 기억장치로서 사용된다.

**- SISO**

입력과 출력이 모두 직렬로 구현된 시프트 레지스터로 다음과 같은 도식으로 나타낼 수 있다. 아래 도식의 레지스터의 경우 시프트 입력이 있는 경우 왼쪽에서 오른쪽으로 데이터가 이동하며, 마지막 D Flipflop에 저장된 값은 다시 가장 왼쪽에 있는 D Flipflop으로 이동하여 다시 저장된다. 이를 통하여 특정 상태가 주기를 가지고 순환하는 상태를 가지게 되며 일종의 카운터와 같은 역할을 할 수 있다.

Diagram

Description automatically generated

**- PIPO**

입력과 출력이 모두 병렬로 구현된 Shift register로 다음과 같은 도식으로 나타낼 수 있다. 아래 그림에서 확인할 수 있듯이 시프트 입력과 CLK이 동시에 들어올 경우, 각 D Flipflop마다 다른 각 비트의 입력이 들어오며, MUX에 의하여 입력 값에 따라 특정 D 입력이 결정되어 변화된 상태의 출력 값이 출력된다.

Diagram

Description automatically generated

**- SIPO**

직렬입력과 병렬출력 방식을 조합한 Shift register는 직렬 형태에서 병렬 형태로 변환하는 레지스터로서, 데이터가 직렬로 입력되면 SR Flip-flop에 의하여 각 비트별로 구분되어 데이터가 출력되도록 한다. 다음과 같은 도식으로 나타낼 수 있다.

A close up of a clock

Description automatically generated

**- PISO**

위에서 살펴본 SIPO와 반대로 병렬 형태에서 직렬 형태로 변환하는 레지스터로서, 데이터가 병렬로 입력되면 인버터와 NAND게이트, SR Flip-flop를 활용하여 하나의 데이터 스트림으로 합쳐 출력되도록 한다. 다음과 같은 도식으로 나타낼 수 있다.

Diagram

Description automatically generated

**2. Ring Counter 에 대해서 조사하시오.**

링카운터는 전체적으로 데이터가 회전하는 시프트 레지스터로서 구현된 카운터이다. 다른 카운터와 마찬가지로 클럭 펄스에 의하여 상태가 변환되며 상태는 전체 출력 비트 중에서 하나만 1인 상태이다. 클럭 펄스에 따라 한쪽 방향으로 1의 위치가 밀리는 방식으로 바뀐다. 각 출력 ㅂ즉, 4개의 JK flip-flop으로 구성될 때, 첫번째 flip-flop은 1, 나머지 flip-flop은 0으로 처음 시작하여, 클럭펄스에 따라 flip-flop에서 1의 값이 다음 flip-flop으로 이동하는 방식이다. 다음은 가장 간단한 D Flipflop으로서 구현된 4비트 링카운터의 모습이다.

Graphical user interface, application

Description automatically generated

해당 카운터의 State Table과 시간 차트는 다음과 같다. 위에서 설명한 것과 같이 하나의 출력 Q에서만 1의 값이 나타나고, 나머지는 0의 값을 가지며, 1의 위치가 클럭 펄스에 따라 상태가 변화할 때마다 하나씩 이동하는 모습을 확인할 수 있다.

A close up of a keyboard

Description automatically generated A close up of a light

Description automatically generated

실제적으로 (1)에서 살펴본 시프트 레지스터의 출력 데이터가 입력으로 피드백되면 특정 시프트 레지스터는 링 카운터가 된다.

**3. UP DOWN Counter 에 대해서 조사하시오.**

업다운 카운터는 기존 클럭펄스에 따라서 한 방향으로만 진행되던 이진 카운터에 상태 변환의 방향을 결정하는 기능이 추가된 카운터를 의미한다. 이를 위하여 추가적으로 U와 D라는 입력을 받으며, U와 D가 (1,0)이면 시계방향, (0,1)이면 반시계 방향으로 진행되며, 모두 0이면 정지, 1인 입력에 대해서는 허용하지 않는다.

다음은 3비트 이진 카운터를 업다운 카운터로 구현할 경우 다음과 같이 구현한 모습이다. State Diagram에서 확인할 수 있듯이 U와 D의 입력에 따라서 진행방향이 달라짐을 알 수 있다. 따라서 State Table에서는 기존 이진 카운터와 다르게 기존 상태에서 들어온 입력에 따라서 한 상태로만 변화하지 않고, 이전과 다음 상태 모두로 변화하는 것을 확인할 수 있다.

Diagram, engineering drawing

Description automatically generatedDiagram, engineering drawing

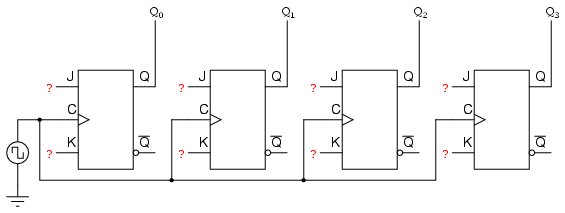
Description automatically generated

**4. Ripple Counter 에 대해서 조사하시오.**

리플카운터는 12주차에서 비동기식, 동기식 카운터로 구분하던 것 중에서 비동기식 카운터를 의미하는 다른 말이다. 비동기식 카운터는 카운터를 구성하는 각 flip-flop에 동시에 클럭펄스가 가해지지 않는 카운터로서, 앞단의 출력에 의해 영향을 받는다. 대표적으로 2진 리플 카운터와 BCD 리플 카운터가 있다. 비동기식 카운터는 구조가 간단하고, 동작이 단순하다는 장점이 있으나, 동시에 모든 flip-flop이 트리거 되지 않아 속도가 느리다는 한계가 있다.

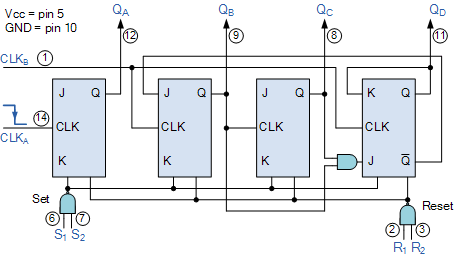
**-2진 리플 카운터**

2진 리플 카운터는 클럭펄스가 첫번째 flip-flop 즉, 가장 낮은 자리의 비트를 저장하는 flip-flop에만 연결되어, 이후 flip-flop은 이전의 flip-flop 출력에 의해 결과가 영향을 받도록 구성되어 있다. 따라서 4비트 2진 리플 카운터는 LSB가 클럭펄스에 의해 0과 1을 번갈아 영향을 받음에 따라 그 다음 비트는 클럭펄스 2번을 주기로 1번 변화되고, 그 다음 비트는 4번을 주기로, 마지막 비트는 8번을 주기로 변화하여, 사실상 0부터 15까지 2진수를 표현한다.



**-BCD 리플 카운터**

한편 BCD 리플 카운터는 2진 리플 카운터의 각 flip-flop이 2진수의 각 비트를 의미했던 것에 비해 BCD 코드를 표현한다. 따라서 모든 것이 동일하나, 0부터 9까지만 표현한다.



**5. 기타 이론**

시프트 레지스터를 활용하여 다음과 같은 응용을 할 수 있다.

-재순환 자리 이동 레지스터 (Recirculating Shift Register)

자리 이동이 되어서 지워지는 데이터를 보존하기 위하여 레지스터의 재순환 기능을 넣어 출력을 입력으로 다시 채워넣은 방식의 레지스터이다. 도식으로 나타내면 다음과 같다.

Diagram

Description automatically generated

- 비밀번호 확인

시프트 레지스터를 활용하여 순차적으로 비밀번호의 입력이 맞는지 확인하는 논리회로를 구현할 수 있다. 예를 들어 3190이 비밀번호일 경우 각각 3190 순서에 맞추어 각 Flipflop의 클록신호로서 연결하고 나머지 입력은 NOR게이트를 통해서 입력이 되도록 한다. 3190이라는 입력을 받을 경우 Shift register에 의하여 순차적으로 값이 입력되어 비밀번호를 확인할 수 있다. 아래는 이를 도식으로 나타낸 모습이다.

Diagram

Description automatically generated

**6. 참고문헌**

김형근, “디지털 논리회로 7장 레지스터와 카운터 강의자료.” <https://tdcian.tistory.com/110>.

김주호, “디지털회로개론 수업자료 5장: Analysis of Sequential Systems”

위키피디아, “Counter (digital)”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Counter_(digital)>.

위키피디아, “Shift Register”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Finite-state_machine>.

장영조, “디지털공학 및 실습 7장 강의자료: 카운터와 레지스터”, <https://cms3.koreatech.ac.kr/sites/yjjang/down/digi2000/chap7.pdf>.

장영조, “디지털공학 및 실습 11장 강의자료: 레지스터”, <https://cms3.koreatech.ac.kr/sites/yjjang/down/dig13/ch11_reg.pdf>.