

技師會員을 위한 理論과 實務

● 連 載 ●

—— 메카트로닉화에 필요한 電子技術入門 ——

電子制御 (3)

Ⅲ. 디지털IC에 의한 制御(1)

半導體技術의 급격한 발달에 의한 디지털 技術의 각 분야에의 應用展開는 눈부신 바가 있다.

(1) 손목시계 등 종래의 機械式에서 電子技術化에의 展開

(2) 디지털오디오 등 종래의 아날로그 電子機器에서 디지털電子技術化에의 展開

(3) 一般 家電機器나 공장의 生産프로세스에서의 自動制御化에의 展開

메카트로닉스화나 디지털電子技術化 또는 컴퓨터 制御化 등의 말로 대표되는 이들 디지털 技術의 應用展開는 앞으로 더욱 擴大되어갈 것이다.

따라서 디지털IC에 대하여 기초기술은 확실하게 익혀두는 것이 앞으로의 기술자에게는 필요 불가결의 것으로 되어 있다.

여기서는 디지털IC의 活用方法을 중심으로 制御에의 應用展開에 대하여 해설하기로 한다.

1. 디지털IC 活用の 기초

(1) 基本論理演算

디지털IC를 活用하기 위해서는 먼저 그 기본이 되는 論理回路에 대하여 알아둘 필요가 있다.

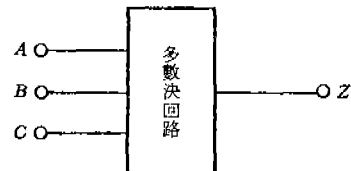
일반 算術演算에서는 加算이나 減算이 기본으로 되어 있는데 人間の 판단機能을 취급하는 論理回路에서는 AND나 OR의 연산이 기본이다. 가령 가장 대표적인 論理回路의 하나인 多數決 判斷을 실행시키는 경우를 예로 하여 이것을 고찰해 본다.

그림 1은 3개의 入力 A, B, C가 있으며 이 중 2개 이상으로 入力이 들어가면 出力을 한다는 多數決 判斷回路이다.

이 回路는 어느 2개에 入力이 들어가면 다수결이 성립되어 出力을 내면 되는 것이므로 出力 Z를 내는 상태는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$Z = (A에 入力이 들어가고 그리고 B에 入力이 들어간다) 또는 (B에 入力이 들어가고 그리고 C에 入力이 들어간다) 또는 (C에 入力이 들어가고 그리고 A에 入力이 들어간다)$

지금은 단지 하나의 예를 들었는데 모든 判斷機能은 이와 같이 각각의 入力を 연결시키는 「그리고」



(그림-1) 多數決回路

와 「또는」이라는 문장으로 표현할 수 있다. 論理回路에 이것을 적용시키면 「AND」라는 연산과 「OR」라는 연산에 의하여 기본적으로는 구성할 수 있는 것이다.

따라서 이 두가지를 論理回路에서의 基本演算이라는 의미에서 基本論理演算이라고 한다. 그리고 이 基本論理演算(AND, OR)을 실행하는 것으로 論理回路에서는 그림 2, 3 과 같은 그림기호를 이용하고 있다.

그림 2의 그림기호는 A에 入力이 들어가고 그리고 B에 入力이 들어 가면 出力을 낸다는 演算動作을 의미하며 그림 3은 A에 入力이 들어 가거나 또는 B에 入力이 들어 가면 出力을 낸다는 演算動作을 든 것이다.

(2) 狀態表示記號

論理演算의 기본은 앞에서 설명했다. 그런데 지금까지는 論理回路의 入力에 대하여 「入力이 들어갔다」 「出力을 냈다」는 표현방식을 취했다. 그러나 실제의 電氣回路에서는 이 「入力이 들어갔다」, 「出力을 냈다」는 것을 電氣記號로 어떻게 표현하는 것이 인지가 문제이다. 디지털回路에서는 2值信號를 취급하고 있으며 H와 L의 2值의 값만을 가지고 있다.

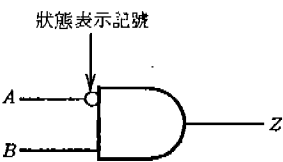
즉 入力이 들어갔다는 것을 H에 대응시키든지 L에 對應시키든지의 어느 하나의 방법밖에 취할 수가 없는 것이다. (入力이 들어갔다는 것을 H에 對應



〈그림-2〉 AND 回路



〈그림-3〉 OR 回路



〈그림-4〉 狀態表示記號

시켰을 경우에는 論理回路 入力端子에 L이 加해져 있을 때에는 入力이 들어 있지 않다고 보는 것은 당연하다)

L의 레벨을 入出力의 대상으로 할 경우 그들의 論理回路 入出力端子에는 狀態表示記號라고 하는 ○표를 붙여 그 의미를 표시하게 되어 있다.

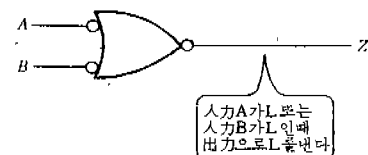
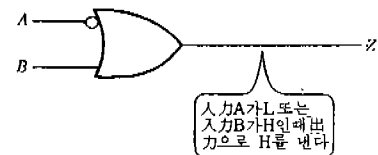
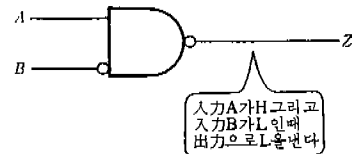
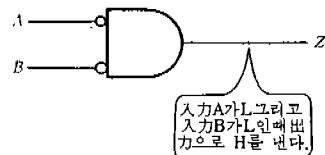
즉 그림 4와 같이 쓰여진 심벌은 A에 入力이 들어 가고 그리고 B에 入力이 들어 가면 出力을 낸다는 AND演算의 심벌인데 A의 入力端子는 電壓레벨로 말하면 L의 電壓인 때에 入力이 들어간 것으로 본다.

따라서 그림 4의 動作을 정돈하여 표현하면 다음과 같이 된다.

A의 入力端子가 L이 되고 그리고 B의 入力端子가 H가 되면 出力으로서 H의 電壓을 낸다.

참고로 각종의 예를 그림 5에 들었다.

구체적으로 콘베이어로 운반되어 오는 製品 a, b를 판단하여 製品 a라면 램프 L₁을, 또한 製品 b라면 램프 L₂를 點燈시키는 回路를 예로 들어 본다.



〈그림-5〉 狀態表示記號附 AND, OR의 動作

檢出器LS₁~LS₃를 그림 6 과 같이 배치한다면 제품에 따라 각 검출기가 「ON」이 되는 상태는 다음과 같다.

① 製品 a의 경우 : LS₁이 「ON」·LS₂가 「ON」·LS₃가 「ON」

② 製品 b의 경우 : LS₁이 「OFF」·LS₂가 「ON」·LS₃가 「ON」

즉 램프 L₁, L₂를點燈시키는 상태는 다음과 같이 표현할 수 있다.

① L₁ : A가 L, 그리고 B가 L, 그리고 C가 L

② L₂ : A가 H, 그리고 B가 L, 그리고 C가 L 따라서 制御回路는 그림 7 과 같이된다.

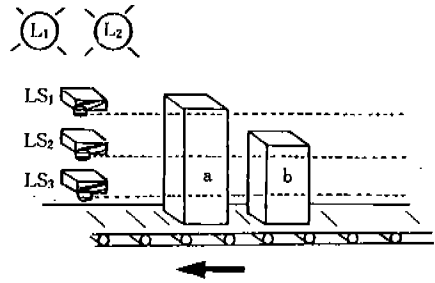
(3) 디지털 IC

前述한 論理回路를 실현하기 위한 디지털 IC로서 AND, OR, NAND, NOR, 인버터 등의 素子が 있다.

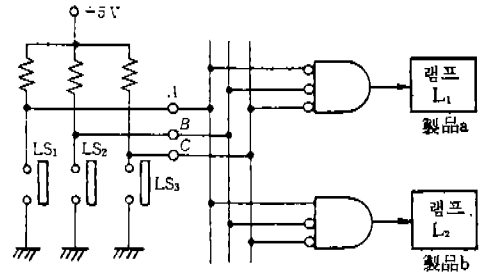
이같은 素子は 각각 入力(A, B)에 대하여 그림 8의 機能表와 같은 出力 Z를 내며 論理回路에는 그림 8의 그림기호로 표시되는 작용을 하는 것이다. 각각의 IC에 대하여 그림기호에는 2개가 표시되어 있는데 이것은 다음과 같이 각 IC가 出力으로서 H의 電壓을 내는 것으로 볼 것인지 L의 電壓을 내는 것으로 볼 것인지에 따라 2개의 작용을 하기 때문이다.

예 : AND IC

① 出力으로서 H를 내는 論理素子로서 보았을 때 → 入力 A가 H, 그리고 B가 H인 때 出力 H를낸다.



〈그림-6〉檢出器의 配置



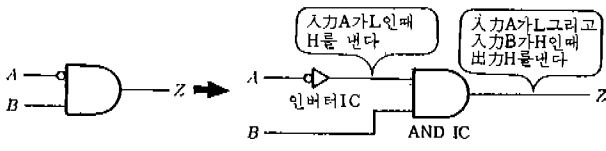
〈그림-7〉製品判別回路

② 出力으로서 L을 내는 論理素子로서 보았을 때 → 入力 A가 L 또는 入力 B가 L인 때 出力 L을낸다 또한 인버터는 말 그대로 反轉器로서 그림 9와 같이 論理回路에 대응하는 IC가 없는 경우에 電壓 레벨 H와 L을 反轉시켜 통상의 IC가 사용할 수 있도록 하기 위한 것이다.

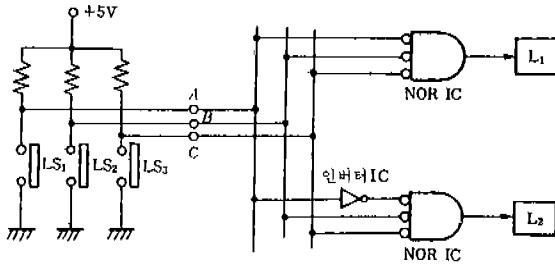
즉 AND나 OR, NAND, NOR, 인버터 등의 각 IC는 그림 8의 각 그림기호로 표시되는 작용을 가진

	AND IC	OR IC	NAND IC	NOR IC	인버터																																																																		
機能表	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>Z</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr> <tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr> </table>	A	B	Z	L	L	L	L	H	L	H	L	L	H	H	H	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>Z</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr> </table>	A	B	Z	L	L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>Z</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr> <tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr> </table>	A	B	Z	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	H	L	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>Z</td></tr> <tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr> <tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr> <tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr> <tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr> </table>	A	B	Z	L	L	H	L	H	L	H	L	L	H	H	L	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>Z</td></tr> <tr><td>L</td><td>H</td></tr> <tr><td>H</td><td>L</td></tr> </table>	A	Z	L	H	H	L
A	B	Z																																																																					
L	L	L																																																																					
L	H	L																																																																					
H	L	L																																																																					
H	H	H																																																																					
A	B	Z																																																																					
L	L	L																																																																					
L	H	H																																																																					
H	L	H																																																																					
H	H	H																																																																					
A	B	Z																																																																					
L	L	H																																																																					
L	H	H																																																																					
H	L	H																																																																					
H	H	L																																																																					
A	B	Z																																																																					
L	L	H																																																																					
L	H	L																																																																					
H	L	L																																																																					
H	H	L																																																																					
A	Z																																																																						
L	H																																																																						
H	L																																																																						
그림기호																																																																							

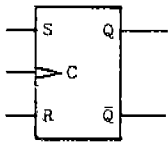
〈그림-8〉各IC의 動作



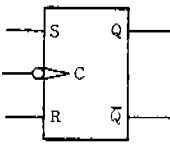
〈그림-9〉인버터는 反轉器



〈그림-10〉製品判別回路



〈그림-11〉플립플롭 (포지티브에지트리거形)



〈그림-12〉플립플롭 (네가티브에지트리거形)

論理素子로서 이용하면 되는 것이다.

그림 7의 제품판별회로를 NOR IC와 인버터로 구성하면 그림 10과 같이 된다.

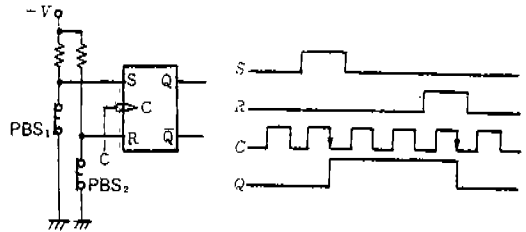
(4) 플립플롭 (FF)

지금까지 설명한 AND 등의 IC는 이른바 入力電壓(H, L)의 구성으로 出力을 내는 것이었다. 즉 入力을 기억해둔다는 작용은 가지고 있지 않았다.

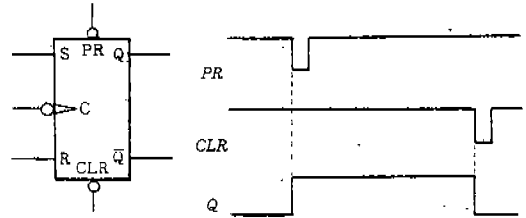
플립플롭이란 基本 記憶素子를 말하며 그림 11, 12와 같이 同期 入力端子 C와 入力 S, R을 가지고 있으며 이 C端子에 加한 클록 入力의 상승이나 또는 하강의 타이밍으로 入力 S, R에 어떤 電壓이 들어갔는지를 기억하는 것이다. 상승으로 동작하는 타이프의 것을 포지티브에지트리거形이라고 하며 또한 하강으로 동작하는 타이프의 것을 네가티브에지트리거形이라고 한다.

그럼 구체적인 동작을 네가티브에지트리거形에 대하여 설명한다.

그림 13과 같이 回路를 구성하여 푸시버튼스위치 PBS₁, PBS₂를 조작하여 타임차트와 같은 入力을 加했을 때 出力Q는 그림 13과 같이 된다.



〈그림-13〉C 端子에 入力을 加했을 때의 出力Q



〈그림-14〉프리세트클리어機能

즉 클록이 들어간 時點에서 S(세트의 略) 入力이 들어가 있으면 出力을 H로 세트하고 또한 그 시점에서 R(리세트의 略) 入力이 들어가 있으면 出力이 L로 리세트된다. 그리고 다음의 클록이 들어올 때까지 出力이 유지된다. 이 出力을 유지하는 機能이 記憶動作의 기본이다.

그림 14와 같이 클록펄스(C) 入力에 관계 없이 出力(Q를H로 하는 프리세트 入力端子 PR나 出力을 L로 하는 클리어 入力端子 CLR가 設비되어 있다.

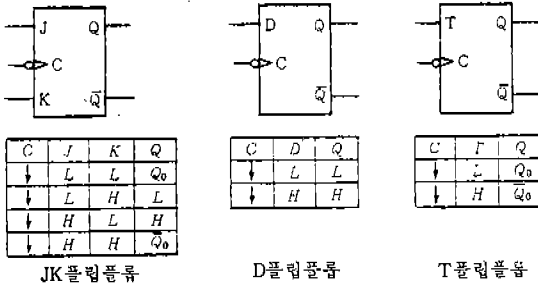
이들은 어떤 異常이 발생했을 때나 강제적으로 원래의 상태로 할 때에 사용되는 것이며 그림 14의 경우는 모두 狀態表示記號가 붙어 있으므로 각각 L의 電壓레벨에서 프리세트나 클리어動作이 실시된다.

끝으로 플립플롭의 종류인데 論理要素素子에 AND, OR, NOT나 NAND, NOR 등이 있는 것과 같이 플립플롭에도 그 기능에 따라 SRFF, JKFF, DFF, TFF등 여러 가지 종류가 있다.

그 중에서도 특히 JKFF와 DFF가 많이 사용되고 있다(지금까지의 설명에서는 알기 쉽게 하기 위해서 入力端子로서 SR를 가진 SRFF를 예로 하였다).

이들의 구체적인 利用方法에 대해서는 後述하기로 하고 여기서는 基本動作만을 그림 15에 들었다.

① JK 플립플롭



(그림-15) 各種플립플롭

그림기호와 같은 J와 K의 2개의 入力端子를 가지고 클럭이 올 때의 J나 K의 값에 따라 出力이 機能表와 같이 動作한다.

② D 플립플롭

데이터플립플롭이라고도 하며 그림 15와 같이 D로 記號化된 入力端子와 클럭 入力端子 및 Q, Q̄의 出力端子를 가진 것으로 D 入力端子에 加해진 入力이 클럭을 加함으로써 그대로 出力端子에 나타나게 된다.

③ T 플립플롭

토글플립플롭의 약칭으로 그림 15와 같이 T로 記號化된 入力端子를 가지고 이 T 入力端子를 H로 해 두면 클럭이 들어갈 때마다 出力이 反轉한다.

2. 應用例

(1) 攪拌機의 날개 折損檢出回路

그림 16은 NAND와 FF를 사용하여 攪拌機의 날

개가 부러지면 警報버저가 울리는 回路이다.

近接스위치 PXS₁은 擬似날개를 PXS₂는 攪拌機의 날개를 검출하고 있다.

PXS₁이 H의 상태에서 PXS₂가 L이 되어 있을 때 날개 折損이 발생했을 때이며 날개 折損信號로서 出力으로 L을 낸다.

다음에 날개 折損信號가 出力되면 FF가 프리세트 되어 날개 折損 警報信號를 발하여 버저를 계속 울린다.

그후 푸시버튼스위치 PB를 누르면 FF는 클리어 되어 버저를 정지시킬 수가 있다(이 용도에서는 J K 入力 등을 이용하고 있지 않기 때문에 이들은 어디에도 접속할 필요가 없는데 잡음 등에 의한 誤動作 防止上 +V에 접속한다).

(2) 콘베이어 驅動回路

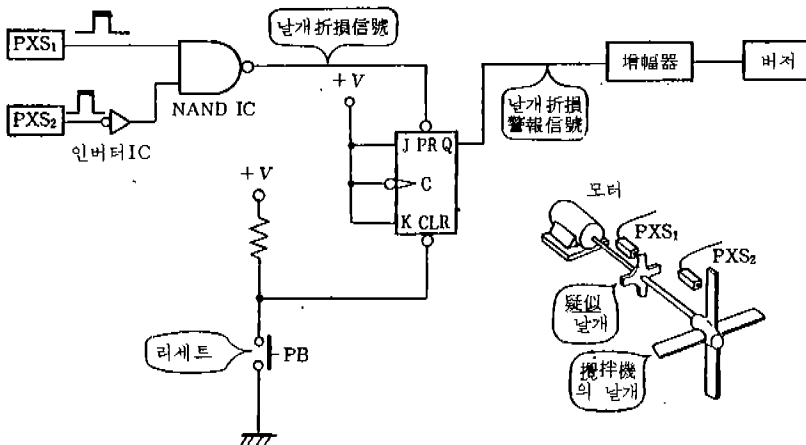
그림 17은 NAND, FF, 타이머 IC (入력이 들어간 후 일정시간(T초)만 出力을 H로 하는 IC)를 사용하여 콘베이어 A, B를 驅動하는 回路이다.

驅動的 條件으로서 콘베이어 A가 驅動한 후가 아니면 콘베이어 B가 驅動되지 않는다. 停止할 경우에는 먼저 콘베이어 B를 정지시켜 材料의 공급을 중지하고 콘베이어 A에 있는 材料가 送出된 후에 콘베이어 A를 정지시킨다.

回路動作을 보면 다음과 같다.

① 콘베이어 A의 驅動信號가 부여되면 FF₁이 세트되어 콘베이어 A를 驅動한다.

② 콘베이어 A가 驅動된 후 콘베이어 B의 驅動信號가 부여되면 FF₂를 세트하여 콘베이어 B를 驅



(그림-16) 攪拌機의 날개折損檢出回路

