

電壓比較器를 사용한 時定數 測定回路에 關한 研究

李 鎔 鶴

A study on the Time Costant Measuring Circuit using the Voltage Comparators

Yong-hak Lee

Summary

General methods for obtaing the time constant from a voltage signal of the form $K\exp(-\frac{t}{\tau})$ decaying exponential signal are observed on oscilloscope by the slope of this voltage curve. These methods are tedious, require adjustments and are dependent on operator judgement. So, in this paper, voltage comparator circuits can be constructed using OP Amp. Such voltage comparators are described and the time constant measuring circuit is produced by it.

By means of TTL logic circuitry the output of the comparators are converted into a pulse. The duration of the pulse is directly proportional to the time constant of the signal. The method described is capable of a wide range with lower limit of 100 ns and a measured higher limit of several milliseconds.

緒 言

指數的으로 減少되는 信號電壓 $V_{(t)}=K\exp(-\frac{t}{\tau})$ 의 時定數 값은 一般的으로 오실로스코프상에 이 電壓의 波形을 나타내어 그 曲線의 기울기로 부터 얻을 수 있었으나 (Lindholm and Bernalite 1968) 이 方法은 여러가지 難點이 있기때문에 本研究에서는 OP Amp를 사용한 電壓比較器와 TTL Gate IC를 사용하여 (Millman 1979) 簡單하고 精密한 方法으로 그 電壓의 時定數값을 測定하는 回路를 研究하였다. 이 回路의 時定數값의 測定範圍는 매우 넓은 範圍에 걸쳐 測定이 可能한 것으로 實驗 結果 나타났다.

回路解析 및 構成

1. 回路解析

時定數값을 가진 信號電壓 $V_{(t)}=K\exp(-\frac{t}{\tau})$ 에서

임의의 時間 t_1, t_2 의 電壓은

$$V_{(t_1)}=K\exp(-t_1/\tau) \dots \dots (1)$$

$$V_{(t_2)}=K\exp(-\frac{t_2}{\tau}) \dots \dots (2)$$

(1), (2)式에서 두 電壓 $V_{(t_1)}$ 과 $V_{(t_2)}$ 의 比는

$$\frac{V_{(t_1)}}{V_{(t_2)}} = \exp \frac{t_2-t_1}{\tau} \dots \dots (3)$$

(3)式의 양변에 自然對數를 取하면

$$\ln \frac{V_{(t_1)}}{V_{(t_2)}} = \frac{t_2-t_1}{\tau}$$

$$Z = \frac{t_2-t_1}{\ln V_{(t_1)}/V_{(t_2)}} \dots \dots (4)$$

(4)式에서 $V_{(t_1)}/V_{(t_2)}=e$ 이면, $\ln V_{(t_1)}/V_{(t_2)}=1$ 이 되므로 時定數값은 $\tau=t_2-t_1$ 이 된다.

2. 時定數 波形 發生回路

實驗에 使用한 信號電壓 $V_{(t)}=K\exp(-\frac{t}{\tau})$ 의 電壓은 Fig.1에 나타내었다. Fig.1에서 Base에 矩形波

펄스를加하고, Q가 動作狀態時 콜렉터와 에미터간의 抵抗은 無視 하였으며 受動素子 CR를 直列로 使用하여 指數的으로 減少하는 連續的인 펄스를 兩端에서 보여 주었다.

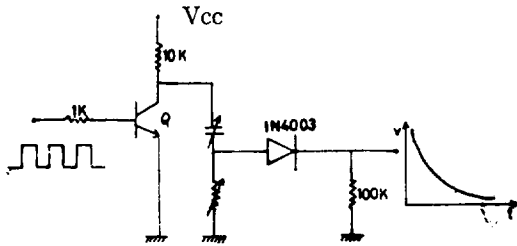


Fig. 1. Time Constan Circuit

3. 電壓比較回路 및 出力波形

電壓比較回路 C_1, C_2 는 Fig.2에 나타내었다. Fig.2에서 $V_{(1)}$ 은 比較器 C_1 의 非反轉入力端에 加하였을때 C_1 의 出力은論理的으로 0에서 1로 上昇 한다. 또 電壓 $V_{(2)}$ 를 比較器 C_2 의 反轉入力端에 加 하였을때 C_2 의 出力은 論理的으로 1에서 0로 떨어진다. Mijares 197-) 電壓 比較器 C_1, C_2 의 出力은 Fig.3에 나타 내었다.

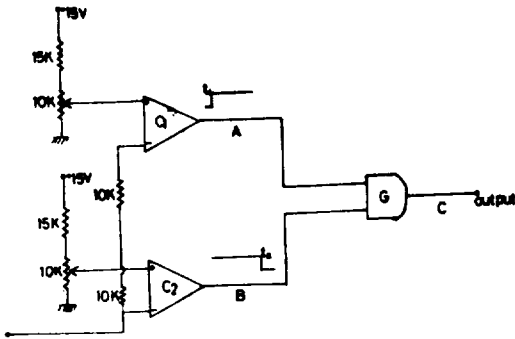


Fig. 2. Voltage Comparator Circuits.

比較器 C_1, C_2 의 出力을 AND 게이트 G에 加하면 게이트 出力에는 t_1 에서 t_2 까지의 펄스가 나타나며 이때의 t_1 에서 t_2 까지의 시간 즉 t_2-t_1 의 펄스 持續時間의 測定으로 부터 時定數의 값을 알수 있다. 이때 $V_{(1)}/V_{(2)}$ 의 값은 e이다.

構成回路의 實驗

上述한 回路를 構成하여 보면 Fig.4와 같다. Fig.3에서 電壓比較器 C_1, C_2 의 出力을 각각 NAND 게이트 G-1 및 AND 게이트 G-2에 印加하고 이것의 出力이 JK 플립플롭 回路를 通하여 다시 AND 게

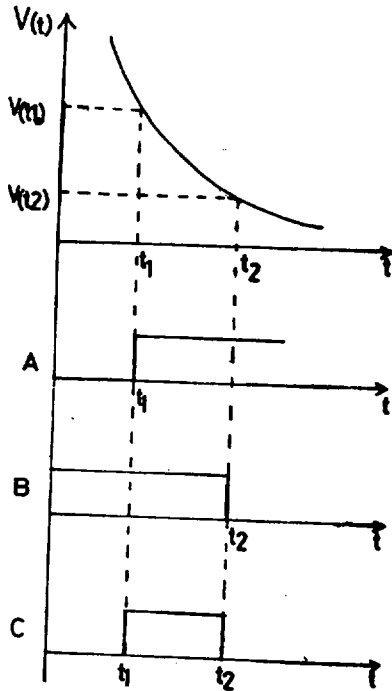


Fig. 3. Output Waveforms of Voltage Comparators.

이트 G-3에 加하여 G-3에서 矩形波 出力을 뽑아내었다. 이 回路에서 JK 플립플롭回路를 使用한 것은 入力信號가 0볼트에서 K볼트까지 變換하는 동안 出力 게이트 G-3와 信號電壓 사이를 阻止하기 위해서 使用하였다. 즉 플립플롭回路의 動作은 $P_r=0$ ($t < t_1$), $C_r=1$ ($t < t_2$)이면 $Q=0$ 가 되어 G3의 出力은 0이고, $P_r=1$ ($t \geq t_1$), $C_r=1$ ($t < t_2$)이면 $Q=0$ (前의 Set狀態와 같음)가 되어 G-3의 出力은 0이고, 다음 $P_r=1$ ($t \geq t_1$), $C_r=0$ ($t \geq t_2$)이면 G-3의 出力은 1로 Set된다. 그러므로 G-3의 出力은 Fig.4와 같이 된다.

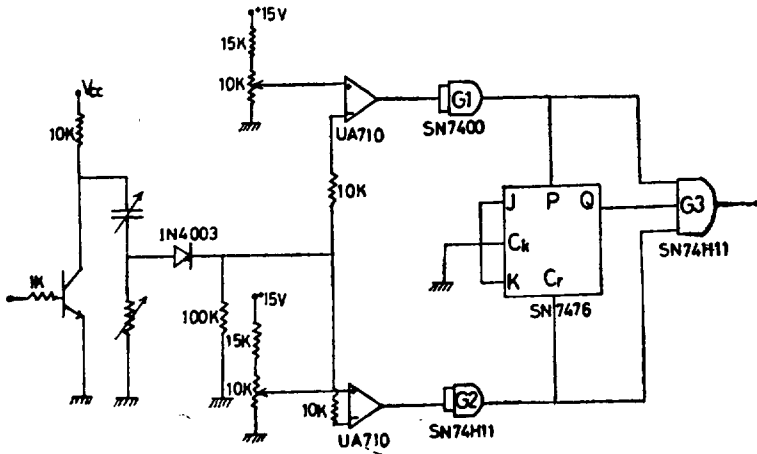


Fig. 4. Experimental Circuit.

結 果

Fig.4로부터 RC값의 變化에 依한 時定數값의 理論値와 實測値를 比較한 것을 表1에 나타내었다.

Table 1. Theoretical and Experimental values of the time constant.

C	R	Time Constant		Error
		Theory	Experiment	
1 μF	100Ω	0.1mSec	0.099mSec	1%
1 μF	2KΩ	2mSec	1.98mSec	1%
1 μF	300KΩ	300mSec	297mSec	1%

摘 要

以上の 實驗結果를 通하여 그 結果를 要約하면 時定數波形的 發生은 入力에 矩形波 發振器의 出力을 加하여 Q의 스위칭動作에 依하여 連續된 時定數 波形을 얻었으며 이 波形을 電壓比較器에 加하여 電壓比較器의 出力電壓이 TTL 게이트 IC의 動作電壓 範圍를 超過할때 TTL 게이트 IC를 保護하기 爲해서 OP Amp의 出力을 제너 다이오드에 加하여 出力電壓을 5(V)로 制限시켰다. $V_{(1)}$ 및 $V_{(2)}$ 의 電壓可變은 電壓比較器의 入力側에 있는 可變抵抗 10(KΩ)으로 調整할 수 있으며 NAND 게이트 G-1은 FF를 時定數選定에 適應토록 使用되었으며 AND 게이트 G-2는 $V_{(2)}$ 의 傳達遲延時間의 發生을 相殺시키기 爲하여 使用하였다.

引 用 文 獻

Lindholm, D. and Bernalte, A. 1968. Analysis of resistivity measurements by the eddy current decay method. Rev. Sci. Instr. Vol. 39. pp.22-26.

Mijares, D. 1974. A wide range time constant measuring technique. IEEE Trans. Instrum. Meas. Vol. IM-23, No.1, pp.49-50.

Millman, J. 1979. Microelectronics. McGraw-Hill, pp.535-537.