

乘算器用 Linear-to-Log. Voltage Converter.

金 炳 雲

1. 緒 言

어느 한 資料를 linear-to-logarithm 變換을 하여야 할 必要性이 漸次 全 Electronics 分野에서 增大하여 가고 있다. 이 때면 logarithm 函數를 直線函數로 變換 記錄, 또는 指示할 必要가 있을 때, decibel scale 을 使用하고자 할 때, 또는 Cathode-ray oscillograph 를 利用하여 log-to-linear 혹은 log-to-log 特性을 觀測하고자 할 때 等 廣範圍에 걸쳐 必要하게 됐다. 또한 이 linear-to-log convertor 는 photo-electric densitometer 나 colorimeter 回路等에 쓰이기도 한다. (1)

Electronic Analog computer 에서는 logarithmic multiplier 가 考案됨에 따라 이 convertor 가 必要하게 됐다. 即 Fig 1 과 같이 두 變數 X_1, X_2 의 乘算과 除算을 하기 위하여는 X_1, X_2 를 各各 log 函數로 變換한 다음 이들의 加算 또는 減算을 行하고, 다시 이 結果를 anti-log 變換을 하면 所要의 乘除算이 된다.

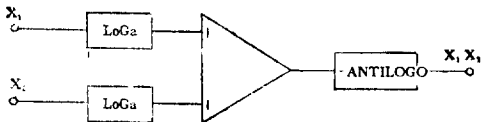


Fig 1.

$$X_1 X_2 = a^{(\log_a X_1 + \log_a X_2)} = \text{anti log}_a (\log_a X_1 + \log_a X_2)$$

따라서 이를 使用하여 어느 한 整數나 分數에 對한 logarithm 函數를 發生하는 函數發生器로서도 使用할 수가 있다. 이와같은 必必性의 增加에 따라 이러한 Convertor 에 對한 研究도 活潑히 進行하여 와서 現在 까지 여러 回路들이 考案 發表되고 있다.

여기서는 앞으로의 主된 研究課題인 原子爐 Simulator 로 쓰일 Repetitive 型 Analog 計算機의 multiplier 用으로 使用하기 위하여, 簡單하면서도 調整이 쉬우며 安定度와 信賴度가 큰 三極管을 使用한 Convertor 回路(2)를 擇하여, 이를 實驗 檢討하는 한편 出力側의 cathode-follower 眞空管을 5751 로 改變하여 우리 實情에 整合토록 하였다. 即 이렇게 하므로서 不必要한

消耗電流를 節約하며 充分히 낮은 出力 Impedance 을 얻을 수 있고 또한 얻기에 容易하고 廉價한 眞空管을 使用하면서도 훌륭한 特性을 얻을 수가 있다.

2. Linear-to-Log. Voltage Converter

이 Convertor 는 어떤 한 量을 analog 시킨 電壓 x 를 入力側에 加할 때 이의 出力側에서 $\log_a x$ (a 는 log 의 底)에 該當하는 出力電壓을 얻는 裝置이다. 約 30 年前에 UX-222 四極管을 三極管 接續하여 이러한 特性을 얻은바 있고 그 後로 Germanium diode, Selenium rectifier, 二極管, 三極管, 四極管 및 五極管 等을 使用한 여러가지 回路들이 考案되었다. (3)~(10) 이러한 여러 convertor 中에서 가장 適合한 어느 하나를 選擇한다는 것은 使用處에 따라, 또는 希望하는 精確度에 따라 相異하겠으나 우리가 擇하고자 하는 選擇基準은 大體로 다음과 같이 잡을 수 있겠다. 即 (i) 變換範圍가 充分히 넓을 것. (ii) 變換利得이 클 것. (iii) 安定性과 正確度가 좋을 것. (iv) 實際로 使用 可能할 것. 以上の 몇 가지 基本이 되는 具備條件을 考慮하면 三極管의 入力電流와 出力電壓 間의 特性을 利用한 convertor(10)가 가장 우리의 要求에 適應하므로 이를 擇하기로 하고 研究토록 하였다.

局限된 數種의 三極管에서는 이것이 낮은 陽極電壓에서 動作할 때 이의 格子電流 陽極電流 間에는 logarithm 函數 關係가 있다. 이러한 眞空管들을 使用하여 格子入力電壓과 陽極出力電壓 사이에 log. 函數關係를 나타내게 할려면 Fig 2 와 같이 回路를 構成하면 된다.

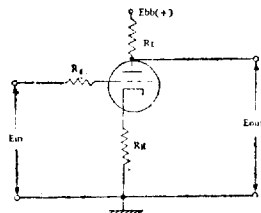


Fig 2.

$$E_o = -\log_a E_i + \text{Offset}$$

但, 여기서 E_o 는 出力電壓, E_i 는 入力電壓이고 a 는 log 의 底이다. 그런데 R. C. Howard 等이 實測한

바에 依하면 $12A \times 7$ 는 特別히 制限된 條件下에서는 높은 陽極電壓에서도 logarithm 函數 關係를 나타내고 있음을 發見하였다. 本研究에서는 5751을 使用하여 Fig 3과 같이 回路構成을 하였고 이의 特性을 測定한 第 1表의 結果를 얻었다.

Fig 3의 回路에서 陰極과 入力側 間的 抵抗 R_L 는 낮은 值의 入力電壓에 對한 特性을 改善하기 爲한 것 이며, 높은 值의 入力電壓의 特性에는 何等의 影響도

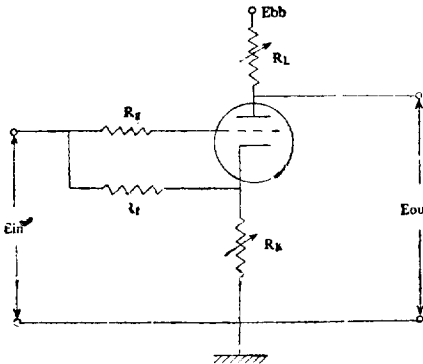


Fig 3.

미치지 않는다. 陽極抵抗 R_L 를 可變으로 하여 陽極電壓을 變化시켜서 가장 適合한 值로 調整하도록 되어 있고, 陰極抵抗 R_K 도 可變으로 하여 bias 抵抗과 함께 正確한 特性을 얻도록 調整할 수 있게 하였다.

Fig 4의 回路는 5751을 並列로 하여 使用하고 있는 實際의 converter 回路이다.

5751의 한쪽만을 利用하여 cathode follower 出力 管으로 使用해서 converter 部에 생긴 Eoffset 電壓을 除去하는 한편 出力負荷回路와 converter unit를 際離시키고 있다.

한 個의 multiplier에 使用되는 log-converter는 반드시 같은 值의 logarithm 底를 갖도록 되어야 할 것이며, 따라서 이 回路에서는 出力側回路에 $3k\Omega$ 의 potentiometer를 挿入하여, 이를 調整하므로써 底를 調整할 수 있도록 하였다.

3. 結 果

Fig 5는 入力側에 1V에서 300V까지의 直流電壓을 加하면서 出力 直流電壓을 測定한 結果이다. 300V까지의 入力電壓에 對하여 出力電壓이 直線의 37V까지 變化함을 볼 수 있다. 이 狀態에서의 logarithm의 底 a 는 大體로 2程度가 된다. 出力側에 負荷를 接續한 다음 底調整用 抵抗을 加減하여 底의 값을 任意

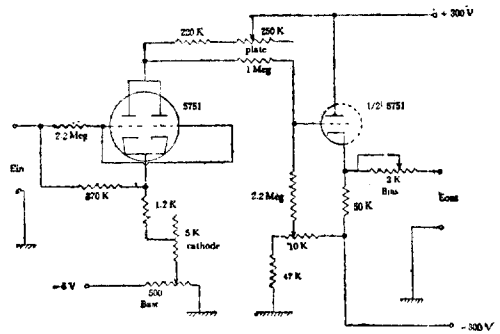


Fig 4.

值로 調整할 수 있다. Fig 6은 이 converter의 log. 特性을 直接, Cathode-ray oscilloscope로 觀測한 것이다. Fig 7은 이의 外觀을 나타내고 있다.

4. 結 論

結論적으로 이 converter는 Repetitive型 Analog

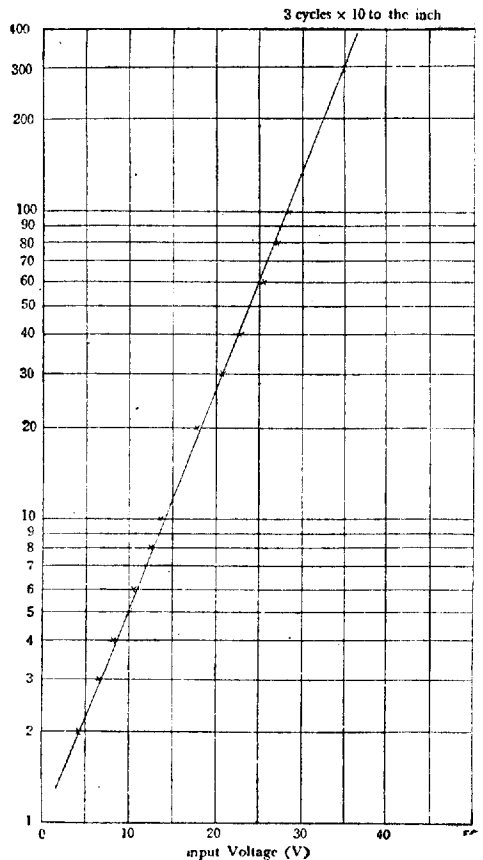


Fig 5.

Input voltage	2	3	4	6	8	10	20	30	40	60	80	100	200	300
output voltage	4.5	7	7.9	11.5	13	14.2	18.3	21	22.8	25.7	27.3	29	33.5	35.2



Fig 6.



Fig 7.

計算機의 multiplier 用으로 充分히 使用할 수 있는 特性을 가지고 있다. 即 正確한 log 特性을 넓은 範圍에

걸쳐서 나타내며, 使用管을 格別히 選別하지 않아도 使用上의 特性에 影響이 없으며, 또한 調整이 簡便하다. 實測하지는 않았지만 Howard 等은 500時間의 時效劣化에 對해서 $75(mV/Hr)$ 의 좋은 安定度를 얻었음을 밝혔다. 이 convertor의 log 特性은 誤差가 0.5%에 不過하므로 大端히 滿足하다고 본다.

(西紀 1962年 7月 10日 接受)

參考文獻

1. R. H. Muller, R. C. German, and M. E. Droz, *Experimental Electronics*. 1945. pp.232-233.
2. R. C. Howard, C. J. Savant, and R. S. Neiswander, *Electronics*. 1953. July. P.156.
3. Stuart Ballantine, *Electronics* P.472. Jan. 1931.
4. Frederick V. Hunt *Rev. Sci. Instr.* 4. P.672. Dec. 1933.
5. John P. Taylor, *Electronics* P.24. March. 1937.
6. Ralph E. Meagher and Edward P. Bently *Rev. of sci. Instr.* P.336. Nov. 1939.
7. I. A. Green Wood, J. V. Holdan, and D Macrae *Electronics Instruments, MIT Rad. Lab. Series Vol 21. McGraw-Hill Book Co. New York 1948.*
8. F. Curtis Snowden and Harold T. page. *Rev. of Sci. Instr.* P.179. Feb. 1950.
9. C. J. Savant, and R. C. Howard *Electronics*. P.144. Sept 1954.
10. Granino A. Korn, and Theresa M. Korn. *Electronic Analog Computers*. P.280. McGraw-Hill Book Co. 1956.

以上