

遠隔制御 스피드 스프레이어의 開發(1)

—試作機의 製作—

章益柱 · 李基明

慶北大學校 農科大學 農業機械工學科

Development of Remote control Speed Sprayer(1)

—Trial-made Model—

Jang, Ik Joo · Lee, Ki Myung

Dept. of Agricultural Machinery Engineering, Coll. of Agriculture
Kyungpook National University

Summary

This study was performed to avoid the chemical spraying environment condition during spraying operation for operator's safety through the development of a remote controlled speed sprayer.

The summerized results of this study are as followings.

1. The developed VHF electric wave remote controlling system which could operate sixteen type of operation conditions with the circuit channels of 234 was highly adaptable to speed sprayer for the remote control.
2. The commerical wireless telephones adapted the DTMF type electric wave remote control system need not the tranceiver.
3. The wireless electric wave remote control system combined with one-chip microcomputer, which are low cost with compact in size, could be adaptable to the remote control of the speed sprayer for the wheel steering and speed control system, and to the remote control chemical application system.

緒 論

스피드 스프레이어는 果樹園用의 高性能 防除機 이다. 年間 十數回를 撒布하는 防際作業은 殺蟲劑, 殺菌劑 等 人體에 有害한 等 農藥의 撒布로 인하여 運轉者가 農藥中毒 被害를 입는 수가 많기 때문에 作業을 꺼려한다. 따라서 人體에 해로운 農藥으로부터 運轉者를 保護하고 農藥의 節減, 環境汚染의 防止

等の 效果가 있는 스피드 스프레이어의 自動化 및 無人化는 切實히 必要하다고 思料된다. 또한 無人化를 하므로써 運轉者에게 가해지는 負荷(疲勞, 騒音, 振動)의 輕減은 물론 機體의 轉倒 等 事故의 危險으로 부터 防止 等 이 期待된다.

本 研究에서는 農業用 로봇트 開發의 一環으로 遠隔制御 方式을 利用한 無人 스피드 스프레이어의 開發에 目的을 두었고 裝置開

發의 前 段階로서 無線 電波 리모콘을 製作하여 스피드 스프레이어의 遠隔制御 시스템을 開發하였다. 또한 遠隔操縱이 가능한 스피드 스프레이의 走行裝置 및 農藥撒布裝置 등을 開發하였다.

試作機의 製作

1. 裝置의 概要

리모콘은 크게 分類해서 電波 리모콘, 超音波 리모콘, 赤外線 리모콘 등이 있으며 無線 電波를 利用한 리모콘은 室內外 또는 晝夜에 관계없이 使用할 수 있는 것이 特徵이다. 리모콘도 周波數에 따라서 VHF帶(30MHz-300MHz), UHF帶(300MHz-3GHz), SHF帶(3GHz-30GHz) 등으로 나누어지며 그 電波形式도 FM, AM, SSB 등이 있다. 리모콘에 주로 常用되고 있는 周波數는 40MHz, 310MHz이며 變調方式은 FM變調(리액턴스 變調)方式을 주로 採擇하고 있고 變調方式의 正確性을 위하여 FSK, PCM, DTMF方式 등이 있다. 또한 電波를 利用하는대는 電波管理法의 規定이 있어 使用에 있어서는 周波數와 出力이 嚴格하게 規制되고 있으며 FM變調方式은 各 채널간의 帶役幅을 16KHz以內로 設定하여야 하고 占有 周波數 帶役 8KHz에서 使用이 可能하도록 設定하여야 한다. 리모콘은 누구나 簡單히 使用할 수 있으므로 法的인 規制에 適合한 것을 利用하지 않으면 안된다. 따라서 本 研究에서는 法的인 規制내에 있도록 微弱한 電波(3m거리에서 그 電界強度가 $500\mu V/m$ 이하)使用을 原則으로 하고 現在 널리 使用되고 있는 無線 電話器 周波數帶(47.9MHz-49.7MHz)를 利用하였다.

Fig. 1은 遠隔制御 시스템의 概略圖를 나타낸 것으로서 크게 나누어 中央處理 裝置와 IN/OUT 터미널, 코드 變換部, 送受信 裝置等 制御部와 燥向裝置, 기어變速 裝置, 藥液撒布 裝置, 가로채기 裝置 등의 燥作部로 構成되어 있다. 리모콘의 KEY PAD에서 選擇된 信號는 코드 變換되어 送受信機로 轉送되고, 코드 轉換部를 거쳐 HEX코드로 中央처리 裝置에 入力되면 中央處理 裝置에서 燥向裝置,

기어變速 裝置, 藥液撒布 裝置, 가로채기 裝置 등의 必要한 燥作部에 命令하도록 되어 있다.

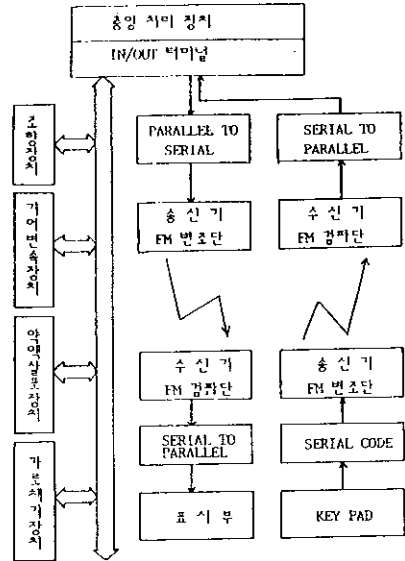


Fig. 1 Schematic diagram of the remote control system

2. 制御部

가. FSK方式에 의한 送受信 裝置

Fig. 2은 FSK방식 電波 리모크 컨트롤 裝置의 리모콘 信號 送受信 回路를 나타낸 것이다. 回路內의 IC1과 IC2는 원래 UHF帶에서 使用하기 위해 開發된 IC이지만 回路內의 抵抗과 콘덴스를 操作함으로써 VHF帶에서 使用 可能하도록 한 回路圖 이다.

IC1은 9비트 信號의 인코드 IC (MC145026P)로서 이 IC는 그림에서와 같이 어드레스가 트리너리(3진) 5비트(234계통), 데이터가 바이너리(2진) 4비트(16계통)의 人力을 가지며 이 入力에 "H", "L", "하이 임피던스"를 入力하면 그에 따라 正해지는 코드를 시리얼로 出力하는 대단히 便利한 IC이다. 이 外에 어드레스 데이터를 코드화 하는데 必要한 發振回路를 外部에 붙인 抵抗2개와 콘덴서 1개로 構成하였다. 또 IC의 어드레스

입력에 슬라이드 스위치 (A1-A5)를 사용하여 임의로 설정한 어드레스 코드를 만든다. IC의 데이터 입력에는 KEY PAD의 매트릭스

출력을 4비트 바이너리 데이터로 변환하여 데이터 입력端(A6-A9)에 입력되도록 하였다.

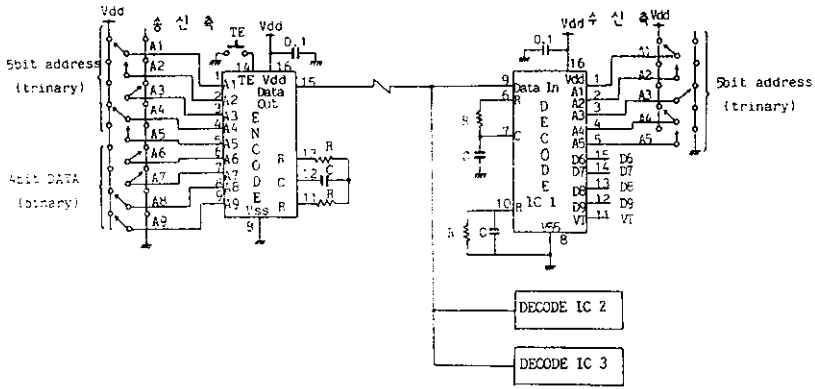


Fig. 2 Electric circuit of remote control decoder IC

IC2는 디코드 IC로서, 이 IC의 어드레스 트리너리 5비트를 어드레스 코드로 했기 때문에 슬라이드 스위치(A1-A5)를 송신機와 同一하게 세트하였다. 信號 入力端子 9번 핀에 파형 정형회로에서 出力되는 시리얼 펄스 열을 入力하여 보내져 온 어드레스 코드와 슬라이드 스위치로 設定한 어드레스 코드가 一致하면 一致信號가 出力됨과 同時に 보내져 온 4비트 데이터 코드에 相當하는 信號(送信

機 KEY PAD의 選擇 스위치 信號)를 出力한다. 이 信號는 一致信號가 없어져도 그 直前의 것을 래치하고 있는 것이 特徵이다. 또한 시리얼 펄스 열이 들어와도 어드레스 코드가 一致하지 않으면 出力은 나오지 않는다. 이 信號를 바로 使用하면 雜音 등으로 誤動作되는 경우가 있으므로 一定時間 以上 繼續되고 있을 때에만 出力하도록 遲延 積分回路를 넣어 誤動作을 防止하도록 하였다.

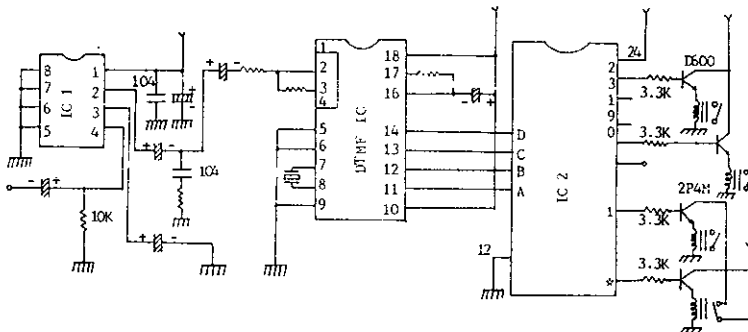


Fig. 3. Dual tone multiple frequency

나.DTMF方式에 의한 送受信 裝置

DTMF란 DUAL TONE MULTI FREQUEN-

CY의 略字로서 既存의 PLL(PASE LOCK LOOP)에 의한 周波數 檢出 方式보다 雜音에 強하며 에러 發生率이 적은 方式이다. 既存의 方式에서는 單一 周波數를 사용하기 때문에 特定의 單一 周波數가 들어오면 動作하도록 設計되어 있어 데이터 送出し 다른 아날로그 信號과 合成되어 誤動作을 일으키는 수가 많았다.

Fig. 3은 DTMF 方式의 것으로서 無線 電話機를 改造하지 않고 電話機의 出力端에 DTMF 디코더 IC를 接續하여 使用한 回路圖를 나타낸 것이다. 無線 電話機 本體의 出力端으로 부터의 信號가 DTMF 디코더 IC의 入力端子에 入力되면 DTMF 디코더 IC가 信號를 디코딩하여 回路圖의 右側 릴레이를 作動

시켜 中央處理 裝置에 入力되도록 되어 있다.

DTMF方式은 送信側에서 두개의 TONE을 合成하여 一定한 매트릭스로 送출하고, 受信側에서는 각기 다른 두개의 TONE을 比較 檢出 하는 方式으로서 두개의 TONE이 同時에 雜音과 一致하는 일은 극히 없는 關係로 에러率이 적은 方式이다. DTMF方式은 美國의 BELL研究所에서 開發하여 美國 C.C.T.I規格으로 統一 規格化 하여 長距離 線路等 특히 雜音이 많은 곳에서 世界的으로 널리 使用되고 있다. 檢出 能力은 보통 -40dBm까지 感度를 올릴 수 있고 無線通信에서도 採擇하여 特定TONE을 檢出 하는 저렴한 小型의 IC이다.

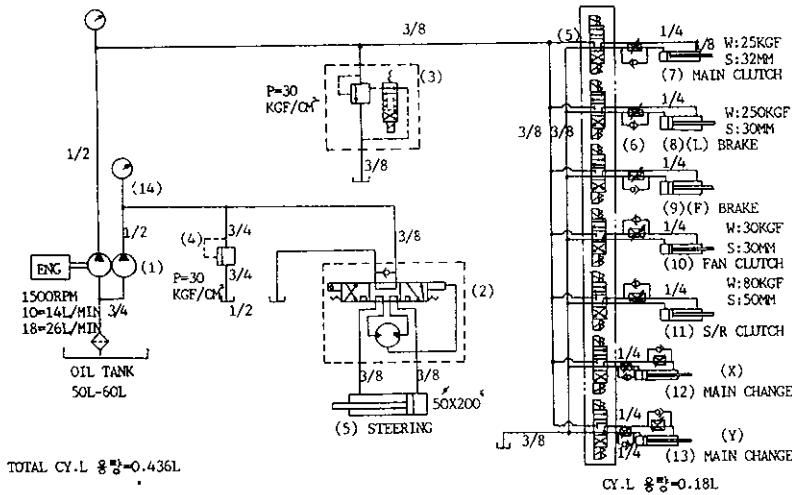


Fig. 4 Hydraulic circuit used for remote control system

3. 操作部
가. 油壓裝置

Fig. 4는 無人 自走式 스피드 스프레이어의 全體 油壓 回路圖를 나타낸 것으로서, 動力傳達의 體系는 엔진(EXCEL, 1500CC HYUNDAI社)의 動力으로 2連 베인(Vane) 펌프를 作動시키고 1개의 펌프는 파워 스티

어링을 驅動시키며 다른 1개의 펌프는 클러치, 브레이크, 藥液撒布裝置, 기어變速裝置 等を 油壓실린더로서 作動되도록 하였다.

나. 自動操向裝置

自動操向裝置는 Fig. 5와 같이 操向핸들, 스텝핑 모터, 오비트롤, 油壓실린더, 轉輪, 센서 등으로 構成되어 있으며, 操向핸들의 軸에 오

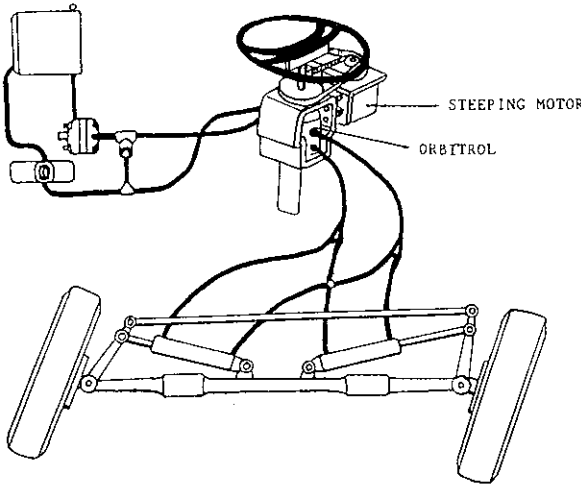


Fig. 5. Power steering control unit

비트롤과 스텝핑 모터를 設置하였고, 油壓실린더는 操向링크에 設置하였다.

오비트롤이란 파워 스티어링 컨트롤 유닛이라고도 하며, 低入力로 連續 또는 角度制限 없이, 벨브를 回轉시키는 핸들의 回轉速度에 比例해서 기름이 흐르는 裝置를 말하며 이는 서-보 및 位置制御용으로 많이 使用되

고 있다.

作動原理는 自動操向裝置 컨트롤러로부터의 電氣的 信號에 의해서 스텝핑 모터가 左側 또는 右側으로 作動하게 되고, 스텝핑모터가 파워 스티어링 裝置인 오비트롤을 作動시키고, 오비트롤內를 흐르는 油量에 의해서 油壓실린더를 制御하도록 되어 있다. 따라서 操向핸들의 操向角에 相應하는 스텝핑모터의 驅動角이 前輪의 操向角과 比例하는 比例制御 形式을 取하였다. 스텝핑 모터는 ORIENTAL MOTOR社의 5상 스텝핑 모터(PH5913)를 使用하였으며 스텝角은 0.72度이고 結線방법은 스타결선 2-3상여자방식을 취하였다.

自動操向裝置의 컨트롤러의 하드웨어는 Fig. 6과 같이 원칩 마이크로 컴퓨터, 驅動트랜지스트, 스텝핑 모우터로 構成되어 있다. 8751H IC는 원칩 마이크로 컴퓨터이고 원칩 마이크로컴의 PO포트는 스텝핑모우터를 制御하기 위한 펄스 出力포트로 使用하였으며 P1포트는 方向轉換 入力포트, P2포트는 驅動토오크 및 速度調節 포트로 使用하였다.

TL497는 스위칭 레귤레이터로서, L,C를 使用하여 초핑시커 電源을 昇강압하는 IC이며 본 研究에서는 스텝핑 모터의 토크 效率를 높이기 위하여 파워 컨트롤용으로 使用하였다.

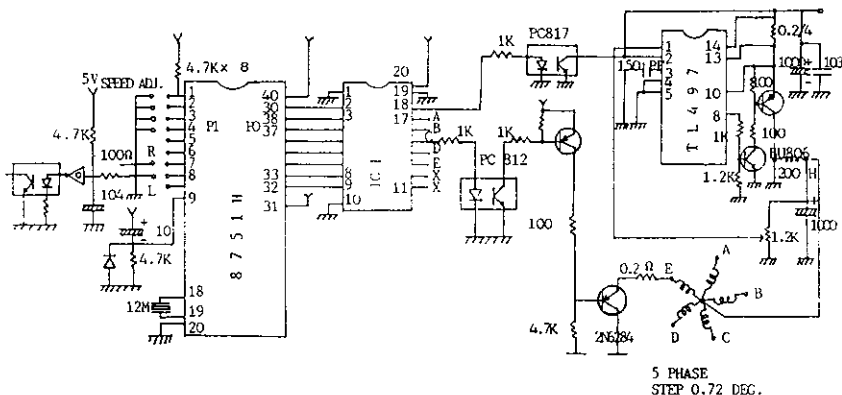


Fig. 6 Stepping motor control unit

PC817인 포트 카플라는 雜音 混入, 電位差, 接地 等を 解消하기 위하여 使用하였고 소프트웨어에 의해서 負荷 및 速度制御가 可能한 컨트롤러를 制作하였다.

스텝핑 모터 驅動裝置의 원칩 마이크로 컴

퓨터에 使用된 프로그램 言語는 機械語이며 어셈블리 言語로 프로그램을 만들었고, 어셈블리-機械語 變換 프로그램을 利用하여 원 칩 마이크로 컴퓨터에 入力시켜 使用하였다.

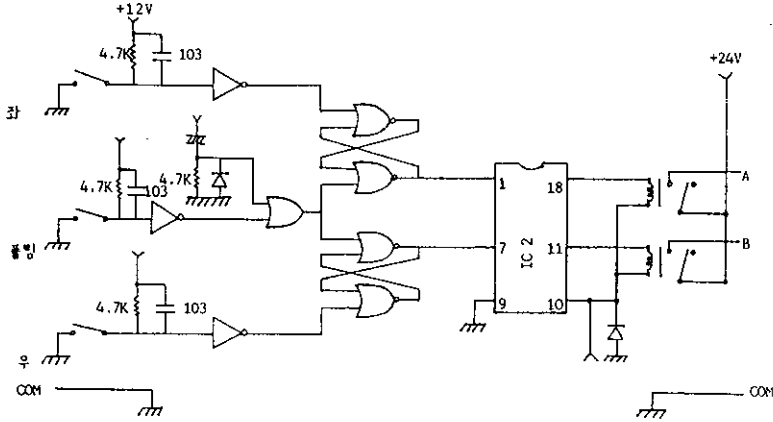


Fig. 7 Electric circuit used for break control system

다. 自動變速裝置

自動變速裝置는 章¹⁰⁾의 연구 결과를 그대로 사용하였으며 장치는 트랜스미션, 2個의 油壓 실린더, 電磁 밸브, 位置 센스 및 컨트롤 裝置 等으로 構成되어 있고 變速機能의 複雜性을 간단히 處理하기 爲해 원칩 마이크로 컴퓨터를 使用 하였다.

브레이크 制御裝置는 安全을 爲해서 원칩 마이크로 컴퓨터를 利用한 操向 및 기어變速

과는 別途로 獨立인 制御回路를 構成하였다. 制御 回路圖는 Fig. 7과 같으며 CMOS형의 디지털 IC를 利用한 플립플롭回路 및 릴레이 驅動回路로 構成되어 있다. 브레이크 컨트롤러는 電源을 넣는 同時에 항상 브레이크가 풀리고, 左右브레이크는 獨立의으로 動作하므로써, 커브 走行時 旋回半徑을 줄일수 있도록 設計 되어있다. 또한 道路 走行時는 安全을 爲해서 左右 브레이크를 同時에 制御하도록 中央處理裝置에 別途로 設計하였다.

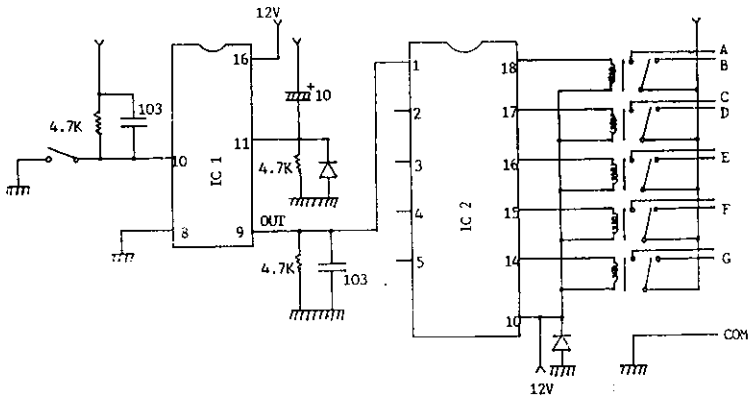


Fig. 8. Electric circuit used for sprayer system

라. 藥液撒布裝置

藥液撒布制御裝置는 Fig. 8과 같으며 분무기, 팬 및 左上右 3個의 노즐 제어밸브를 ON-OFF하도록 하였다. 또한 制御裝置에는 14 Stage Binary Counter를 利用하여 同一스위치를 反復적으로 토글되도록 하므로서 入力信號의 개수를 줄인것이 特徵이다. 즉 스위치를 한번 ON하면 릴레이가 ON되고 다시 ON하면 릴레이가 OFF되도록 하였다. 이는 遠隔制御裝置의 入力信號를 줄이며, 農藥을 撒布하고 있는 中에는 藥液撒布를 中止하는 動作만이 남아 있기 때문이다.

結果 및 考察

1. 制御部

Fig. 9는 FSK方式 전파 리모트 컨트롤 送受信機의 블럭도를 나타낸 것이다. Fig. 9의 a)는 無線 리모콘의 送信機部의 블럭도를 나

타내며 b)는 受信機部의 블럭도를 나타낸 全般的인 信號 흐름은 그림에서와 같이 ID코드는 슬라이드 스위치를 利用하여 임의로 設定하여 놓고 操作 스위치(電話機의 KEY PAD)를 操作하면 信號가 인코드 IC를 통과하면서 Serial Code로 바뀌어 無線 電話機의 送信機 變調段을 통하여 信號는 電波로 發射된다. 또한 受信側에서는 電波가 受信機의 檢波段을 통과하여 파형정형되어 디코드 IC에 入力되어 데이터화 되고 入力 데이터가 受信側의 ID코드와 一致되면 데이터 信號가 지연저분회로를 거쳐 릴레이를 구동하도록 되어 있다.

本 實驗에서 使用한 送信機 KEY PAD는 매트릭스형 스위치를 使用하지 않고 PUSH형 단일 스위치를 使用하였다. 또한 구동 릴레이는 送信機 操作 스위치와 同一하게 12個로 하였으며 各各의 스위치와 릴레이는 1대 1로 단독 作動되도록 設計하였다.

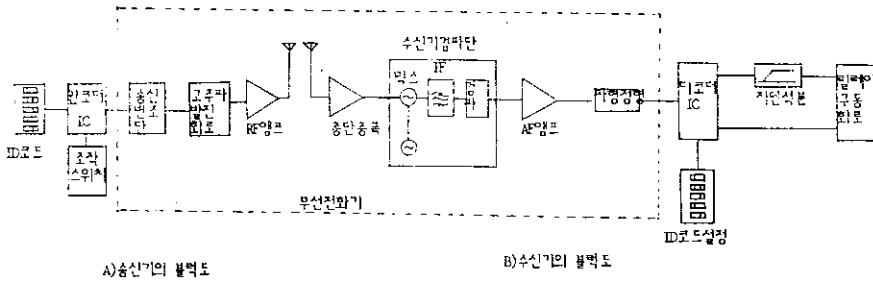


Fig. 9. Block diagram of the FSK remote control system

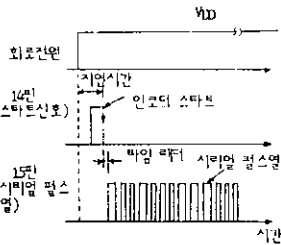


Fig. 10. Active curves of encoder IC

Fig. 10은 인코드 IC의 동작파형을 나타낸 것으로서 회로내에 電源이 ON되고 스타트 信號가 入力되면 一定한 지연시간이 지난 후 인코드 스타트로 되면서 DATA OUT(15핀)에서 操作스위치에 해당하는 펄스가 FM變調되어 시리얼 펄스열로서 轉送된다. 이와같은 機能을 利用하여 234채널 16명령까지 發信할수 있는 VHF대 電波 리모콘을 製作하여

스피드 스프레이어의 遠隔制御에 使用可能 하도록 하였다.

	1209	1336	1477	1633 (주파수 Hz)
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941 (주파수 Hz)	*	0		D

Fig. 11 Tone mixed matrix

DTMF란 2개의 TONE이 믹서되어 하나의 특정코드를 만드는 것을 뜻하며 2개의 TONE을 믹서하는 매트릭서는 Fig. 11과 같이 統一되어 있다. 그림에서와 같이 697Hz에서 941Hz까지는 LOW 周波數 1209Hz에서 1633Hz까지는 HIGH 周波數로서 항상 어느 코드를 지정하여도 2개의 TONE이 믹서되도록 되어있다. 따라서 코드 "1"을 누르면 697Hz와 1209Hz의 周波數가 믹서된 신호가 送出 되도록 되어있다. 이에 따른 信號 誤差는 $\pm 2\%$ 로 매우 精確한 周波數를 사인파로 合成하여 送出된다. 따라서 위 周波數들은 各 周波數로 電話機 및 無電機 등에 送出할 때 別도의 대역폭을 가진 채널이 필요없게 된다.

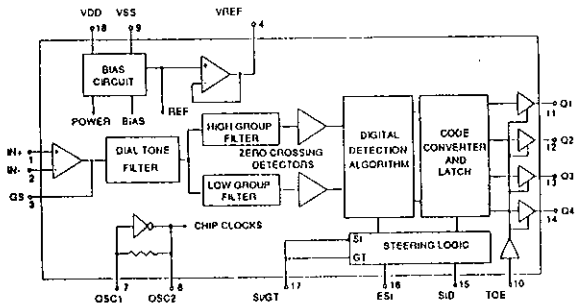


Fig. 12. DTMF Receiver block diagram

Fig. 12는 DTMF方式의 電波 리모트 컨트롤 受信IC의 内部 블럭도를 나타낸 것으로서

그림과 같이 1개의 Chip으로 構成되어 있고 DTMF IC의 構造는 그림에서와 같이 AUDIO AMP部, HIGH·LOW PASS FILTER 및 CODE CONVERTER AND LATCH 등으로 構成되어 있다. 内部構造의 機能은 AUDIO AMP에 의해 入力된 信號를 恰當하게 증폭한 다음 DIAL TONE FILTER에 의해 信號成分 以外의 AUDIO 및 雜音을 濾터하며 600Hz-1800Hz以內의 周波數 成分만을 밴드 패스 하여 HIGH, LOW FILTER로 보낸다. 보내진 信號는 FILTER부를 통과하며 HIGH GROUP FILTER에서는 1209Hz-1633Hz 成分의 높은 周波數만 통과시키고 LOW GROUP FILTER에서는 697Hz-941Hz 成分의 낮은 周波數만 통과시킨다. DIGITAL DETECTION ALGORITHM에서는 앞단의 濾터부에서 분리된 2개의 TONE을 認識하며 内部의 발진과 信號成分을 比較하고 檢出된 信號는 CODE CONVERTER AND LATCH에 의해 DIGITAL 信號로 出力하는 16진 코드로 出力된다. 단자 10의 機能은 出力 스트로보 機能으로서 信號가 없을 때 혹은 에러가 發生하였을 때, DATA를 出力할 必要가 없을 때 出力을 차단하는 단자이다. 위와 같은 機能에 의해서 특정 선로를 使用하지 않고 日常의 電線선로나 유선 선로 또는 무선 선로를 利用하여 16개의 各기 다른 信號를 轉送할 수 있으며 자릿수를 확장하여 많은 量의 DATA를 送出 하도록 소형, 輕량, 저가격, 고신뢰성의 IC이며 産業 研究 및 制御에 適合하도록 되어 있다. 또한 市販되고 있는 無線 電話機의 使用이 可能하여 別도 製作이 필요없는 잇점이 있었다.

2. 操作部

Fig. 13은 遠隔制御 스피드 스프레이어 操作部の 操作機能을 표시한 것으로서 그림에서와 같이 12個의 同一 KEY PAD에서 24個의 操作이 可能하도록 하였다. Fig. 13의 (A)를 선택 하고자 할 때는 KEY PAD의 1번 보턴을 선택 한 후 선택하고자 하는 보턴을 누르면 되고 Fig. 13의 (B)를 선택 하고자 할 때는 KEY PAD의 1번 보턴을 해제하고 선택 KEY

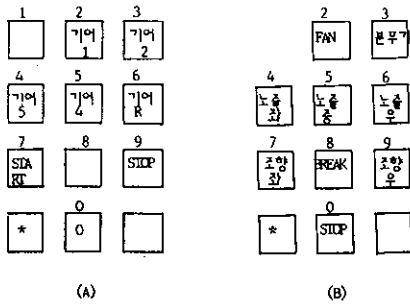


Fig. 13 Remote control operator

를 누르면 되도록 設計하였다. 1번 보던의 해제는 * 표시의 KEY이다. 기어 변속은 前進 4단, 後進 1단으로 構成되어있고 START, STOP이 可能하도록 設計되어 있다. 操向裝置는 左, 右, 일단정지(BREAK)로 構成되어 있다. 操向角은 進行方向에 對해서 左右 45度이고 4bit 즉 16段階로 自由로 調節하도록 되어 있다. 또한 最小旋回半徑은 2.5m이며, 브레이크를 使用했을 때의 最小旋回半徑은 1.9m 이고, 아세아 산업공사에서 製作한 手動式 (ASS-550G) 스피드 스프레이어의 使樣과

同一하게 製作하였다. 藥液撒布裝置는 FAN, 분무기, 左上右 3個의 노즐로 構成되어 있다.

이와 같이 無線 電波 리모콘과 원칩 마이크로 컴퓨터를 利用하여 廉價이고 컴팩터한 遠隔操縱 操向裝置, 遠隔操縱 變速裝置 및 遠隔操縱 藥液撒布裝置 등의 遠隔制御 시스템의 制作이 可能하였고 完成된 遠隔制御 스피드 스프레이어는 Fig. 14에서 보여주고 있는 것과 같다.

各種 裝置의 性能試驗(第2報에 掲載豫定)에 있어서 遠隔操縱 變速裝置, 遠隔操縱 藥液撒布裝置 및 遠隔操縱 操向裝置의 直進走行은 運轉者가 直接 運轉하는 것과 별 차이가 없었고, 走行經路 폭이 좁은 곳 및 旋回半徑이 制限된 곳에서는 高速走行(2km/h以上)에서의 遠隔操縱이 不可能 하였으며 旋回角을 사전에 알고 있는 경우가 아니면 操作이 不可能하여 性能이 低下됨을 알았다. 따라서 走行部는 固定經路 誘道方式을 取하거나 視覺機能을 導入하여 리모트 컨트롤 시스템을 補完할 必要가 있으므로 이 關係의 研究가 더 進行되어야 할 必要가 있다고 思料된다.



Fig. 14 General view of remote control speed sprayer

摘 要

本 研究는 人體에 害로운 農藥으로 부터 運轉者를 保護하기 위하여 無人 스피드 스프레이어를 開發할 目的으로 遂行하였으며 無線 電波 리모콘에 의한 遠隔制御 시스템을 開發하기 위하여 遂行한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 234채널, 16명령을 發信할 수 있는 VHF 대 電波 리모콘을 製作하여, 스피드 스프레이어의 遠隔制御에 使用可能하였다.

2. 市販되고 있는 無線電話機의 方式인 DTMF方式을 採用한 무선 리모콘을 使用할 경우 시판 無線電話機 使用이 可能하여 送受信기의 別途 製作이 필요 없는 點이 있었다.

3. 無線 電波 리모콘과 원칩 마이크로 컴퓨터를 利用하여 廉價이고 컴팩터한 遠隔操縱 操向裝置 및 遠隔操縱 變速裝置, 遠隔操縱 藥液 撒布裝置 等の 遠隔制御 시스템 製作이 可能하였다.

引 用 文 獻

1. 아세아 산업공사, 1990, 스피드스프레이어 취급설명서 및 부품명세서
2. 8-Bit Embedded Controllers, 1989, Intel.
3. MCS-51 패밀리 유저즈 마니코알(第2版), 1989, Intel, Japan.
4. MCS-51 매크로아셈블리言語 유저즈 가이드, 1989, Intel, Japan.
5. 岡本嗣男, 木谷 收, 章 益柱, 1989, 디지털無線通信によるトラクタ作業モニタリングシステムについて, 日農機誌51(4), 5-13.
6. 野津昭一, 1986(12), 8051의使의이方 하드웨어編[1], 트랜지스타技術, pp.451-458, CQ出版社.
7. 野津昭一, 1987(1), 8051의使의이方 하드웨어編[2], 트랜지스타技術, pp.469-478, CQ出版社.
8. 野津昭一, 1982(2), 8051의使의이方 하드웨어編[3], 트랜지스타技術, pp.451-458, CQ出版社.
6. 野津昭一, 1987(3), 8051의使의이方 하드웨어編[4], 트랜지스타技術, pp.469-478, CQ出版社.
10. 章 益柱, 1990(12), 원칩 마이크로 컴퓨터(MCS-51)을 利用한 스피드 스프레이어의 遠隔操縱 變速裝置의 開發, 慶北大 農學誌 8, 107-113.