
LF 안테나 구동기의 디지털 블록 설계

손승일*

Design of Digital Block for LF Antenna Driver

Seungil, Sonh*

이 논문은 한신대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음

요 약

PE(Passive Entry)는 자동차 운전자가 스마트 키를 직접 사용하지 않고 차량의 문을 열거나 닫는 자동차 기술이다. PG(Passive Go)는 운전자가 스마트 키를 갖고 차량 내에 있을 때 시동을 걸거나 끄는 기술이다. 이러한 2가지 기능을 합쳐서 PEG라 부른다. PEG의 핵심 기술 중의 하나인 LF(Low Frequency) 안테나 구동기는 명령을 처리하는 디지털 블록과 sine 파를 발생시키는 아날로그 블록으로 구성되어 있다. LF 안테나 구동기의 디지털 블록은 MCU(혹은 ECU)로부터 명령을 받아서 요청된 명령을 수행하며, 내부의 FIFO 블록에 안테나 구동 관련 명령 및 데이터를 저장한다. FIFO에서 명령을 읽어내 이에 대응하는 조치를 취하며 변조된 LF 데이터를 아날로그 블록에 전달하면 아날로그 블록은 sine 파를 생성하여 안테나를 통해 외부로 전달한다. 설계된 LF 안테나 구동기용 디지털 블록은 기존의 제품과 비교하여 더 빠른 속도로 LF 데이터 전송을 수행할 수 있다. 이의 응용 분야는 자동차용 PEG 및 건물의 출입문 개폐에 활용이 가능하다.

ABSTRACT

PE(Passive Entry) is an automotive technology which allows a driver to lock and unlock door of vehicle without using smart key buttons personally. PG(Passive Go) is an automotive technology which offers the ability to start and stop the engine when there is a driver in vehicle with smart key. When these two functions are unified, we call it PEG(Passive Entry/Go). LF(Low Frequency) antenna driver which is one of core technologies in PEG is composed of a digital part which processes commands and an analog part which generates sine waveform.

The digital part of antenna driver receives commands from MCU(or ECU), and processes requested commands by MCU, and stores antenna-related driver commands and data on an internal FIFO block. The digital part takes corresponding actions for commands read from FIFO and then transfers modulated LF data to analog part. The analog part generates sine waveform and transmits outside through antenna. The designed digital part for LF antenna driver can accomplish faster LF data transmission than that of conventional product. LF antenna driver can be applicable to the areas such as PEG for automotive and gate opening and closing of building.

키워드

LF, PEG, 스마트 키, 안테나 구동기

Key word

LF(Low Frequency), PEG(Passive Entry/Go), Smart Key, Antenna Driver

I. 서 론

자동차용 전장이란 자동차에 사용되는 전기 및 전자 장치를 일컫는 말이다. 기존의 자동차는 기계장치를 조립하여 제작되었지만, 오늘날의 자동차는 첨단 전자시스템을 장착한 움직이는 생활공간으로 진화하고 있다 [1]. 국내 업체인 현대 자동차의 경우 2009년도 차량용 반도체의 구입비가 1조 6천억원 이었으며, 자동차의 진장화가 급속하게 진행되면서 오는 2015년도에는 3조원 이상의 차량용 반도체를 필요로 할 것을 예측되고 있다 [2]. 또한 차량용 전장 부품의 세계 시장규모도 2009년도 기준으로 200억 달러에서 2013년도에는 250억 달러로 성장할 것으로 전망되고 있다.

PEG는 운전자가 스마트 키를 사용하지 않고 차량의 문을 열거나 닫을 수 있도록 해줄 뿐만 아니라 시동을 걸고 끌 수 있는 자동차 기술에 대한 일반 용어이다[3].

기존에는 기계적인 키 혹은 리모컨을 사용하여 차량의 문을 여닫거나 시동을 걸었지만, 차량의 운전석이나 조수석의 손잡이에 설치된 안테나와 자동차 소유자의 스마트 키를 통해 데이터의 송수신을 통해 소유 차량의 문을 열거나 닫을 수 있다. 또한 차량 내부에 있을 경우에는 차량 내부의 안테나와 교신하여 시동을 걸거나 끌 수 있는 기능을 동시에 제공하고 있다. 아울러 자동차 뒷 트렁크의 문을 열거나 닫을 때도 PEG 기능을 사용할 수 있다[4].

본 논문에서는 특히 전장 부품 중에서도 중요한 비중을 차지하고 있는 PEG 시스템에서 핵심 기능을 수행하는 LF(Low Frequency) 안테나 구동기의 디지털 제어 장치의 설계에 대해 다루려고 한다. 여기서 PE(Passive Entry)는 자동차 문을 열고 닫는 기능을 의미하며, PG(Passive Go)는 자동차의 시동을 걸고 끄는 것을 의미한다.

자동차 열쇠(Car Key)는 내부의 마이크로컨트롤러와 UHF 트랜시버에 전원을 공급하는 소형 리튬 배터리로 부터 전원을 얻는다. 자동차 열쇠는 대부분의 시간을 슬립모드(Sleep Mode)에서 유지되는데, 이는 전류 소비를 극소화하고 배터리의 수명을 확장하기 위한 일환이다. 슬립모드에 있는 자동차 열쇠는 차량의 문 손잡이 중의 하나를 잡으면 내부의 MCU(혹은 ECU)가 LF 안테나를 통해 wake-up 신호를 전송하게 되고 이에 따라 열쇠의 wake-up이 초기화된다. 즉, 열쇠의 LF 수신기가 적절한

wake-up 신호를 탐지하면 차량에 에 있는 MCU에 무선으로 ID 응답을 보낸다. 설정된 채널에 대한 상호 인증이 완료되면 차량의 문을 열리게 된다. 보통의 경우에 각 차량에는 6개의 LF 안테나를 보유하고 있지만, 최고급 사양의 차량에는 9개의 LF 안테나가 장착되어 있다[5]. 그림 1은 PEG 차량의 LF 안테나 및 LF 안테나 구동기의 위치를 보여주고 있다. 그리고, PEG 테스트를 위한 데모 키트는 마이크로칩사의 MCP2030을 사용하여 테스트가 가능하다[6].

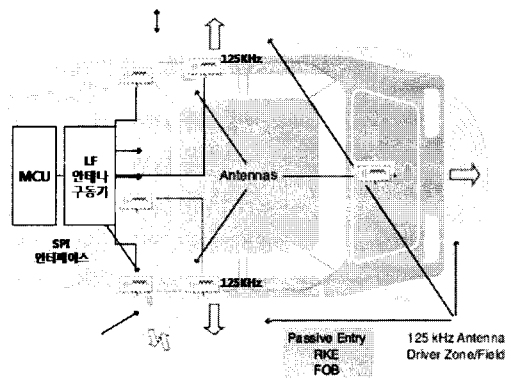


그림 1. PEG 차량의 LF 안테나 및 LF 안테나 구동기의 위치

Fig. 1 Position of LF antennas and LF antenna driver for PEG vehicle

II. LF 안테나 구동기의 기본 원리

PE(Passive Entry)의 동작 원리를 기준으로 설명하면 다음과 같다. 캐패시티브(Capacitive) 센서가 부착된 운전석이나 조수석의 손잡이 쪽으로 차량 소유자가 접근하는 것은 운전자가 차량 실내로 진입하기 위한 의도를 나타내며 이는 시스템 트리거 신호로 인식된다.

차량 운전자가 차량에 접근하여 운전석이나 조수석의 손잡이를 잡으면 손잡이에 있는 안테나는 유선으로 ECU(Engine Control Unit)에 wake-up 신호를 보낸다. 신호를 받은 ECU는 대기모드(슬립모드)에서 깨어나(wake-up) 다시 LF 안테나 구동기를 대기 모드에서 동작모드로 전환시킨 후 LF 안테나 구동기를 통해 데이

터를 보내 차량 문 손잡이의 안테나 상으로 FOB(스마트 키) 확인 요구 신호를 무선으로 보낸다. 이 때 FOB는 수신된 데이터에 대응하는 응답신호를 무선으로 외부 수신기에 데이터를 보내고 데이터를 받은 외부 수신기는 응답이 맞으면 유선으로 ECU에 데이터를 보내게 된다. 이 때 ECU는 차량에 맞는 FOB라고 인증을 하게 되면 다시 ECU는 CAN 통신을 통해 운전석 문 모듈(Door Module)에 열림(Unlock) 메시지를 전송하고, 이를 수신한 문 모듈은 문의 잠김 장치를 해제하여 문을 열 수 있도록 한다. 아울러 트렁크의 개폐 등도 비슷한 메카니즘을 사용한다.

위에서도 간단히 언급되었지만, LF 안테나 구동기의 동작에 있어서 매스터는 마이크로컨트롤러인 ECU이다. ECU는 대기 모드에는 LF 안테나 구동기를 정상 동작 모드로 변환하도록 하는 명령을 보낸다. 이러한 명령을 수신한 LF 안테나 구동기는 약간의 지연시간 이후에 정상 동작 모드로 진입한다. 정상 동작 모드에서는 ECU가 전송하고자 하는 데이터를 받아서 설정한 특정 안테나를 통해서 전송하는 기능을 수행한다.

신호 0과 1을 전송하기 위해서 LF 안테나 구동 출력은 다음과 같이 변환된다. 1을 전송하는 구간에서는 Sine 파를 생성하고, 0을 전송하는 구간에서는 별다른 조치없이 0을 전송한다. 그리고, Sine 파의 주파수는 125KHz로 동작하며, 유효한 Sine 파가 16회 반복하면 1을 의미하게 된다. 아래 그림은 LF 안테나 구동기의 칩 내에서 생성된 데이터가 안테나를 통해서 전달될 때의 파형을 보여 주고 있다.

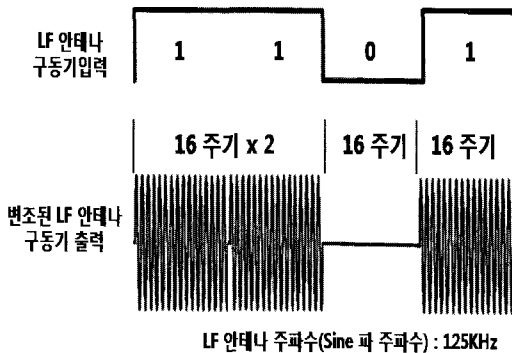


그림 2. LF 안테나 구동기의 입출력
Fig. 2 Input and output of LF antenna driver

LF 안테나 구동기는 전체적인 동작을 제어하는 디지털 블록과 디지털 블록에서 전달받은 데이터를 변조하여 Sine 파를 발생시켜 LF 안테나를 통해서 전송하는 아날로그 블록으로 구성되어 있다. 본 논문에서는 LF 안테나 구동기의 디지털 블록을 설계한다.

III. LF 안테나 구동기의 디지털 블록

3.1. LF 안테나 구동기의 디지털 블록 구성 및 기능

디지털 블록은 MCU와 아날로그 블록 사이에 존재하며, SPI 인터페이스를 통해 MCU로부터 명령(Command)을 전달받아 아날로그 블록의 상태를 전달하는 역할과 아날로그 블록의 동작 환경을 설정한 후 LF(Low Frequency) 데이터와 캐리어 정보를 생성하는 제어 신호를 전달하는 역할을 수행한다.

디지털 블록의 SSPI 블록은 SPI(Serial Peripheral Interface) 슬레이브로 동작한다. 그리고 MixedCmd Decode 블록은 LF 구동 명령과 각종 상태 정보 명령을 구분하여 LF 구동에 필요한 명령인 경우에는 FIFO 블록으로 전송하는 기능을 수행하고, 각종 상태 정보 명령과 일반 명령인 경우에는 이 블록에서 직접 수행하게 된다. FIFO 블록은 메모리, 쓰기 제어부, 읽기 제어부 및 상태 정보 발생 블록으로 구성되며, MixedCmdDecode 블록에서 드라이버 구동 관련 명령을 버퍼링하여 순차적으로 수행할 수 있도록 지원하는 기능을 한다. 이 블록에서 발생하는 버퍼 오버플로우와 언더플로우 정보는 레지스터 블록에서 사용된다. DriverCmdDecode 블록은 드라이버 선택 및 코일 전류를 설정하는 명령을 수행함과 동시에 궁극적인 기능인 LF 데이터 전송과 캐리어 전송을 수행할 수 있도록 하는 제어 명령을 발생시킨다.

이와 함께 아날로그 블록에 LF 데이터 전송 및 캐리어 전송을 알리는 신호를 발생하여 아날로그 블록에서 관련된 블록을 활성화시키거나 비활성화시키는 제어신호를 제공하는 역할도 수행한다. Register Block은 FIFO 블록에서 버퍼 오버 플로우와 언더 플로우 정보를 받고, 아날로그 블록에서 폴트 신호와 관련된 폴트의 정보를 받고 T(Overtemperature) 정보를 받으며, 아울러 리셋 및 OP(Operability) 정보를 받는다. 전달받은

신호를 래치함과 아울러 일부 신호에 대해서는 인터럽트를 발생하여 MCU가 래치된 상태 정보를 읽어가 적절한 조치를 취할 수 있도록 지원하는 역할을 수행한다.

따라서, 본 논문의 디지털 블록은 사전에 다양한 분석을 통하여 5개의 블록으로 구성하였으며 MCU와 아날로그 블록 사이의 가교 역할을 수행하도록 설계를 진행하였다.

아래 그림은 디지털 블록에 대한 전체 블록도를 보여주고 있다.

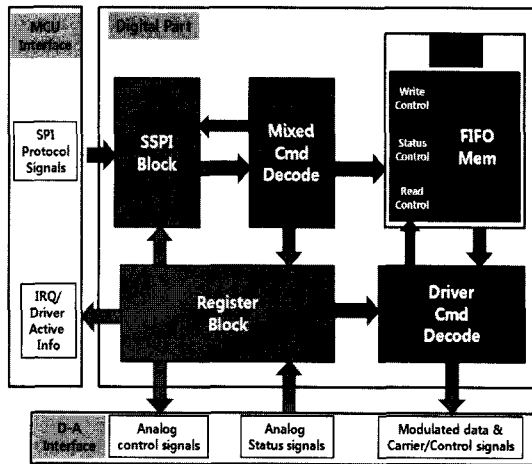


그림 3. LF 안테나 구동기의 디지털 블록도
Fig. 3 Block diagram for digital part of LF antenna driver

디지털 블록에서 지원하는 명령(Command)은 다음과 같이 요약된다. 본 논문의 LF 안테나 구동기의 디지털 블록에서는 대략 13개의 명령을 지원하고 있다.

3.2 디지털 블록의 세부 설계

본 절에서는 주요 블록의 설계 기법에 대해 설명할 것이다. 먼저 그림 4는 MixedCmdDecode 블록의 디코딩 기법에 대한 플로우 차트이다. SSPI 블록을 통해 유효한 입력 데이터를 수신하게 되면 CMD 필드 값에 따른 디코딩을 수행하게 되며, 본 설계의 경우 Invalid 명령을 디코딩하게 되면 수행을 하지 않고 flush하도록 설계하였다.

표 1. LF 안테나 구동기에서 지원하는 명령들
Table. 1 Commands for LF antenna driver

명령어 명칭	기능 설명
상태정보 읽기명령	LF 안테나 구동기의 내부 상태 정보를 MCU가 읽어가는 명령
폴트정보 읽기명령	LF 안테나 구동기의 Fault 내용을 MCU가 읽어가는 명령
드라이버설정 읽기명령	LF 안테나 구동기의 설정 정보를 MCU가 읽어가는 명령
중지(Halt) 명령	내부의 FIFO overflow 탐지시 fifo를 리셋시키는 명령
SPI 동작모드 설정명령	4가지의 SPI 동작 모드중에서 하나의 모드로 동작하도록 설정하는 명령
폴트상태 리셋명령	LF 안테나 구동기의 폴트 상태를 리셋시키기 위해 MCU가 전달하는 명령
LF 데이터 읽기 threshold 설정명령	FIFO에 있는 LF 데이터를 아날로그블록에 전송하는 시점을 규정하는 명령
언더플로우 threshold 설정명령	MCU가 FIFO에 새로운 LF 데이터를 전송할 수 있는 시점을 규정하는 명령
드라이버 설정명령	6개의 LF 안테나중에서 하나를 선택하기 위해 MCU가 전달하는 명령
대기모드 진입명령	전력소비를 최소화하기 위해 필요시 대기모드로 진입하게 해주는 명령
코일전류 선택명령	설정된 LF 안테나에 대해 흐르는 전류의 값을 규정하는 명령
LF 데이터 전송명령	1니블에서 16니블까지의 범위에서 LF 데이터를 전송하는 명령
LF 캐리어 전송명령	1에서 31 LF 주기동안 캐리어 데이터 전송을 규정하는 명령

그리고, Get 명령은 반드시 2개의 동일한 명령이 연속으로 입력되어야 한다. 첫 번째 Get 명령은 SSPI 블록에 상태를 저장하는 기능을 수행하며, 두 번째 Get 명령이 입력될 때 SSPI 블록에 저장되어 있는 상태 정보가 MCU로 MISO 핀을 통해서 전달되도록 설계하였다. LF 데이터 전송 명령의 경우에는 처음 수신한 명령에 향후 전달할 니블(Nibble) 수에 대한 정보를 포함하고 있다. 전체 LF 데이터의 니블 수는 하위 4비트의 값에 1을 더한 값이 전송할 전체 LF 데이터의 니블 수가 되도록 설계하였다. 따라서 최대 LF 전송 니블 수는 (15+1)=16 니블이 되며, 이는 8바이트에 해당된다. 그리고 니블 수가 바이트 정렬될이 되지 않았을 경우에는 마지막 바이트의 상위 니블은 더미 데이터가 되며 이는 LF 전송에서 배제되어

야 한다.

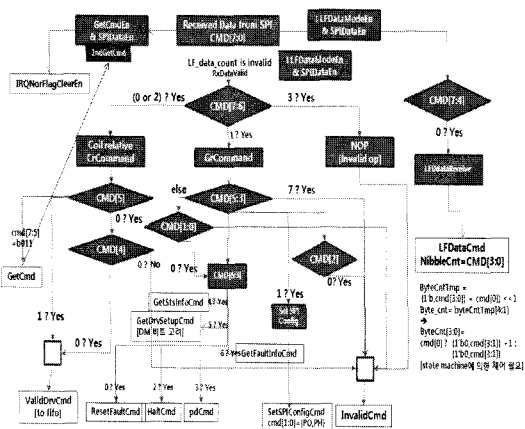


그림 4. MixedCmdDecode 블록의 디코딩 기법
Fig. 4 Decoding Scheme of MixedCmdDecode

MixedCmdDecode블록의 상태 머신에 대한 설계에 대해 설명하겠다. Get 명령은 2번째 Get 명령이 입력되면 idle 상태로 진입하도록 설계되었으면 LF 데이터 명령의 경우에는 최초 명령 다음부터 실제 아날로그 블록으로 전송되는 데이터기 때문에 설정된 (N+1)/2 바이트 만큼의 추가적인 데이터를 수신하는 상태에 머무르게 된다. 마지막 데이터를 수신할 때 초기 상태에 되돌아 간다. Power Down 명령이 디코딩되면 아날로그 블록은 사실상 Disable되고, 디지털 블록만이 동작하게 된다.

이 모드는 nSCS 입력이 low가 되면 탈출하여 IDLE 모드(초기 상태)로 진입하게 된다. Halt 명령을 경우에는 FIFO를 리셋 기능을 수행하지만, LF 드라이버가 현재 active하다면 LF 데이터 피어리드의 종료 시점에 FIFO를 리셋하게 된다. 아울러 이 모드에 있는 동안은 FIFO에 대한 Write 요청이 있을지라도 허용하지 않아야 한다. 마지막으로 SPI의 동작 모드인 PO, PH 비트에 새로운 설정을 할 수 있다. 그러나, 디지털 블록의 오동작을 막기 위해 이러한 비트의 설정은 nSCS 신호가 High로 비활성화될 때 이루어지도록 설계하였다. 그림에 나타난 바와 같이 2개의 상태 머신으로 구현하였다.

DriverCmdDecode 블록은 FIFO에 저장되어 있는 드라이버 관련 명령을 읽어서 이를 디코딩하여 필요한 제어 신호의 발생 및 세팅을 수행하는 블록이다.

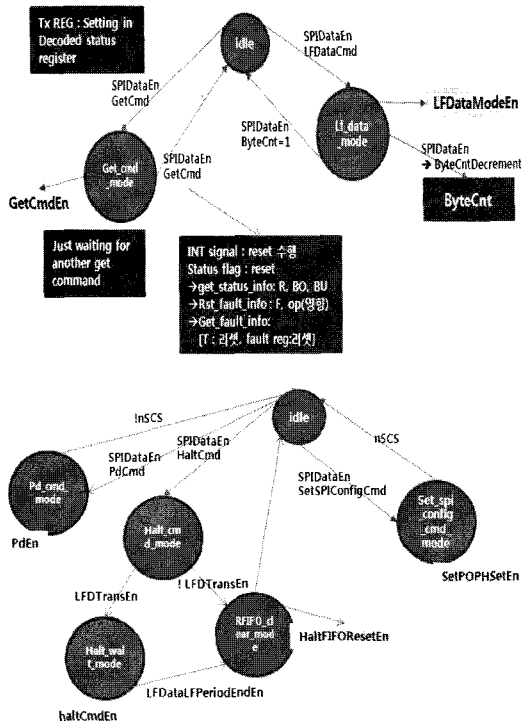


그림 5. MixedCmdDecode 블록 상태 머신
Fig. 5 State Machine of MixedCmdDecode block

이 블록은 먼저 FIFO 블록으로부터 오는 FNE(FIFO-Not-Empty) 신호가 High로 활성화되는 시점에서 동작을 시작한다. 또한 레지스터 블록에서 입력은 BR(Bit Rate) 비트의 값에 따라 LF 데이터와 캐리어 초당 전송 속도를 결정한다. BR=1일 경우 초당 5.7Kbps의 속도로 데이터 전송 가능하도록 하며, BR=0이면 디폴트 동작 모드로써 초당 4Kbps의 속도로 전송률을 제어하게 된다. CombinedOP 입력 신호는 아날로그 블록에서 받은 AOP 비트와 폴트(F) 비트를 조합하여 발생한 신호(AOP & !F)로서, 이 신호가 활성화되어 있을 경우에만 아날로그 블록에 LF 데이터나 캐리어를 전송할 수 있다. 8 비트의 FDataOut은 FIFO의 출력 데이터이다. 그리고, HaltCmdEn 신호는 Halt 명령에 활성화되면 DriverCmdDecode 블록은 LF 데이터나 캐리어가 전송을 종료할 때까지 기다리는 것이 아니라, LF 데이터 피어리드의 종료 시점까지만 관련 데이터를 구동시키고 나머지 데이터의 전송을 중지시키는 기능을 수행한다.

FRdEn은 FIFO 읽기 인에이블 신호이며, LFData Carrier는 아날로그 블록에서 LF 데이터 및 캐리어의 생성을 제어하는 제어 신호이다. 이 신호가 1일 때만 아날로그 블록은 Sine wave를 발생시키게 된다.

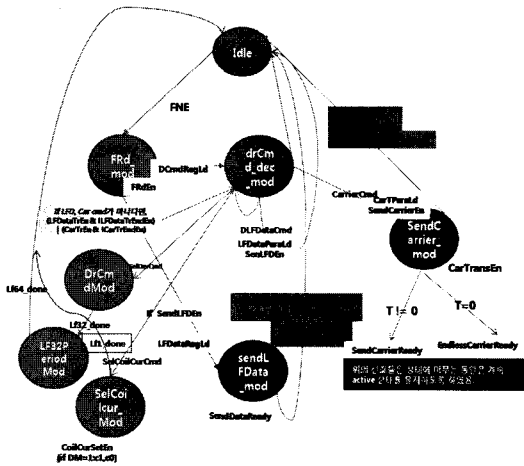


그림 6. 드라이버 관련 명령 상태머신
Fig. 6 State Machine for Driver-related commands

또한 LFDriverSetEn 신호는 아날로그 블록에 존재하는 6개의 드라이버 중에서 사용할 드라이버를 설정하는 제어 신호이며, CoilCurSetEn 신호는 코일 전류 값을 설정하기 위한 값을 세팅하는 제어 신호이다. 최소 50mA이며, 최대 1A까지의 전류를 설정할 수 있다. LFPeriodEndEn 신호는 매 LF period의 종료 시점에서 한 클럭 동안 활성화되는 신호이다. 이 신호가 활성화될 때 HaltCmdEn 신호가 활성화되어 있다면 DriverCmdDecode 블록의 상태 머신은 초기 상태로 리셋된다.

MACT는 변조 활성화 신호로써, LF 데이터나 캐리어를 전송하고자 할 경우에는 LFDataCarrier 신호와 동시에 활성화되어야 한다. BCNT는 LF 데이터의 전송 비트를 세기 위한 카운터로 사용된다.

LFDCTransEn 신호는 DriverCmdDecode 블록이 현재 LF 데이터나 캐리어를 전송중에 있다는 알리는 신호이다. 이 신호는 일부 블록에서 제어를 위해 사용된다. DCMD는 FIFO에서 읽은 데이터를 래치한 레지스터로 드라이버 설정 및 코일 전류의 설정에 필요한 파라미터를 보유하고 있기 때문에 레지스터 블록에서 사용된다.

그림 6은 DriverCmdDecode 블록의 드라이버 관련 명령에 대한 상태머신을 보여주고 있다.

IV. 시뮬레이션

먼저 그림 7은 MCU에서 SPI 프로토콜을 명령 전송 과정에 대한 시뮬레이션이다. MCU와 LF 안테나 구동기 블록은 SPI 프로토콜을 통해서 명령을 전송한다. 그리고, 상태 정보를 읽어가는 GET 명령의 경우에는 MCU가 동일한 명령을 MOSI 신호를 통해서 2번 연속 전송하며, 두 번째 명령을 수신할 때 MISO 신호를 통해서 LF 안테나 구동기의 내부 상태를 읽어서 필요한 조치를 취할 수 있다. 그림에서 SCLK 신호는 SPI용 클럭 신호이며, CMD는 8비트 단위로 수신된 명령을 16진수 포맷으로 보여주고 있다. 0x23은 LF 구동기를 설정하는 명령이며, 0xA7은 선택된 안테나에 흐르는 코일전류를 설정하는 명령이다. 그리고 0x02는 LF 데이터 전송 명령으로 하위 4비인 2값에 1을 더한 3니블의 LF 데이터가 유효하다는 것을 알려준다. 따라서 뒤따라오는 0xFF와 0xF0은 안테나를 통해서 전송될 데이터이다. 3니블이 유효하기 때문에 두 번째 바이트의 4비트까지만 유효한 데이터 정보로 사용되고 나머지 4비트는 버리게 된다.

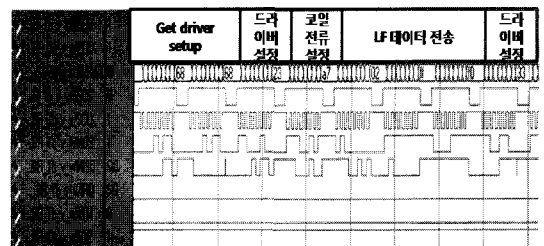


그림 7. MCU와 LF 안테나 구동기의 SPI 프로토콜 검증

Fig. 7 SPI protocol verification between MCU and LF antenna driver

그림 8은 LF 캐리어 데이터의 전송에 대한 시뮬레이션 파형을 보여주고 있다. LFPeriodEndEn 신호는 LF 데이터 전송시에 8μs(125KHz 주파수) 마다 활성화되는 신호이다. 이는 LF 데이터의 변조 속도를 제어하는 일을

수행한다. LFDDataOut 신호는 FIFO에서 읽은 데이터 신호이며, FNE는 FIFO가 비어있지 않으면 '1'로 활성화 되어 있어 아날로그 블록에 LF 캐리어 데이터를 전송하는 상태머신이 동작하게 해준다. RxFFillLevel 신호는 LF 캐리어 데이터를 FIFO에서 읽어낼 수 있는 threshold를 결정하는 신호이며, 본 논문에서는 5로 설정되어 있기 때문에 LF 데이터가 5바이트이상이거나 혹은 완전한 LF 데이터를 수신하였을 경우에 FIFO에서 LF 데이터를 읽어내 변조를 수행할 수 있는 기준을 제공해주는 신호이다. 그리고 그림의 박스에 표시된 BCNT 신호, MACT 신호 및 LFDDataCarrier 신호는 아날로그 블록에 전달되는 신호이다. BCNT 신호는 LF 캐리어 데이터에 대한 이진 카운터로 사용되는 신호이며, MACT 신호는 LF 캐리어 데이터 변조가 활성화되었음을 의미하는 신호이다. 즉, MACT 신호가 활성화되었을 때 LFDDataCarrier 신호가 '1'이면 sine 파를 생성하여 LF 안테나로 출력되며, '0'이면 단순히 '0'을 LF 안테나로 출력한다. 본 논문의 데이터 부호화 방법은 맨체스터 부호화 방식을 채택하였다[7].

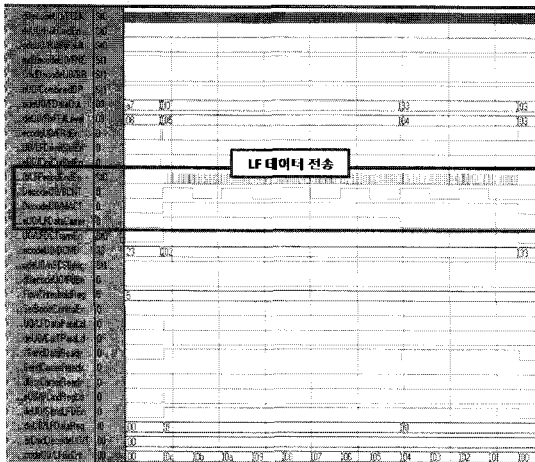


그림 8. LF 데이터 전송 검증
Fig. 8 Verification of LF data transmission

V. 결과 고찰

본 논문에서는 LF 안테나 구동기의 디지털 블록에 대한 설계를 수행하였다. 본 논문에서 설계한 LF 안테나

구동기의 디지털 블록은 기존 제품의 기능을 포함하면서 LF 데이터를 FIFO에서 읽는 시점을 적용하는 응용에 적합하도록 프로그램할 수 있도록 하였다. 또한 MCU에 새로운 LF 데이터나 LF 명령을 요청하는 시점을 프로그램할 수 있도록 하여 융통성을 향상시킬 수 있도록 하였다. 아래 표는 본 논문에서 설계한 LF 안테나 구동기의 디지털 블록과 상용화된 제품[5]의 특징을 요약한 것이다. 예를들어 이러한 threshold 값을 프로그램할 수 있도록 함으로써 8바이트의 LF 데이터를 안테나를 통해서 전송할 경우 FIFO 읽기 threshold를 6으로 설정할 경우에 기존의 제품과 비교하여 8us 빨리 LF 데이터 전송을 완료할 수 있다.

표 2. LF 안테나 구동기의 특징 비교
Table. 2 Comparison of characteristics of LF antenna drivers

항목	ATA5279	본 논문의 LF 안테나구동기
슬립모드	지원	지원
MCU와 데이터 송수신	SPI 프로토콜	SPI 프로토콜
전송속도	4KHz, 5.7KHz 지원	4KHz, 5.7KHz 지원
니블바이트 처리	지원	지원
LF 데이터 읽기 threshold	모든 LF 데이터 수신시에만 읽기 가능	2바이트 이상부터 8바이트까지 프로그램 가능
MCU에 LF 구동 명령요청	FIFO내이 유효 데이터가 4이하일 때만 IRQ를 활성화함	FIFO내이 유효 데이터에 대해 3-6까지 값에 대해 프로그램 가능

VI. 결론

본 논문에서는 전장 부품 중에서도 중요한 비중을 차지하고 있는 PEG(Passive Entry/Go) 시스템에서 핵심 기능을 수행하는 LF(Low Frequency) 안테나 구동기의 디지털 제어 장치를 설계하였다. 이의 응용은 자동차의 문을 개폐하는 것뿐만 아니라 자동차의 시동을 걸거나 끄는 것을 효율적으로 수행할 수 있도록 해준다. 본

논문에서 제안한 방식은 기존의 제품과 비교하여 LF 데이터 읽기 **threshold** 등의 기능을 추가적으로 지원함으로써 좀 더 빠른 속도로 전송을 완료할 수 있으며, 결과적으로 더 적은 전력을 소모하는 장점이 있는 것으로 판단된다.

아울러 최근의 응용 분야는 자동차 스마트 키 모양의 ‘FOB(바지속의 작은 주머니)키’를 몸에 지닌 채 아파트나 단독주택, 연립주택 문 등에 1m 이내로 접근하면 도어장치가 자동으로 인식하여 별도의 조작 없이 문을 열 수 있는 분야 등 응용이 점차 확대되고 있다.

참고문헌

- [1] 전황수, 허필선, “차량용 반도체 시장동향 및 국내외 개발현황”, 정보통신연구진흥원 주간기술동향 통권 1370호, pp.13-25, Oct. 2008.
- [2] <http://darius.tistory.com>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Keyless_Go
- [4] <http://cafe.daum.net/dieseldocter>
- [5] Gerd Edler, "ATA5279 Multi-channel LF Antenna Driver", Atmel Automotive Compilation, Vol. 6, pp.14-19.
- [6] *MCP2030 Bidirectional Communication Demo Kit User's Guide*, Microchip Technology Inc., 2006.
- [7] *Manchester Coding Basics - Application Note*, Atmel, Sept. 2009.

저자소개



손승일(Seung-II Sonh)

1989년 연세대학교
전자공학과(학사)
1991년 연세대학교 대학원
전자공학과(석사)

1998년 연세대학교 대학원 전자공학과(박사)
1998~2002년 호남대학교 컴퓨터공학과 조교수
2008~2009년 미국 미시간공과대학 방문교수
2002년~현재 한신대학교 정보통신학과 교수
※관심분야: ATM 통신 및 보안, ASIC 설계