

3.1 OK-STM767 키트의 구조와 기능

1. OK-STM767 키트의 개요 및 사양

OK-STM767 키트는 STMicroelectronics사의 32비트 ARM Cortex-M7 마이크로 컨트롤러 시리즈에 해당하는 STM32F767VGT6 소자의 하드웨어 및 소프트웨어 학습용으로 설계된 아주 작은 규모의 단일 보드 컴퓨터 시스템(training kit)으로서 이것의 기본 구조는 <그림 3.1.1>과 같고, 이에 대한 자세한 기술적인 사양은 <표 3.1.1>과 같다.

<표 3.1.1> OK-STM767 키트 V1.0의 설계 사양

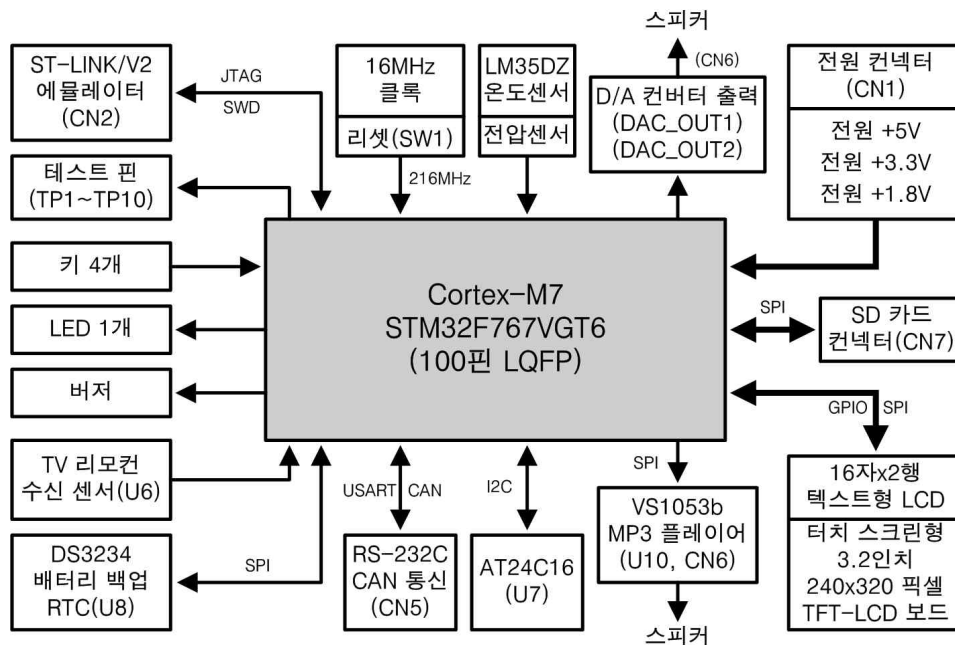
항 목	사 양	비 고
1. CPU	STM32F767VGT6(또는 STM32F767VIT6)	216MHz로 동작
2. ROM	CPU에 내장된 1MB(2MB)의 플래시 메모리	프로그램 및 상수 데이터 저장
3. RAM	CPU에 내장된 512KB의 SRAM	프로그램, 스택, 사용자 데이터 저장
4. 프로그램 입력/실행	1. 전용 JTAG/SWD 에뮬레이터를 사용하는 방법 2. 기타 JTAG/SWD 에뮬레이터를 사용하는 방법	기본으로 ST-LINK/V2 에뮬레이터 사용 J-Link, ULINK 에뮬레이터도 사용 가능
5. I/O	1. CPU 프로그램용 커넥터 JTAG/SWD 인터페이스용 20핀 커넥터(CN2) 2. 기본 입출력 장치 (1) 16자×2행 텍스트 LCD 모듈 (2) 320×240픽셀 터치스크린 TFT-LCD 모듈 (3) SPI를 사용한 SD 카드 인터페이스(CN7) (4) 4개의 키입력 스위치(KEY1~KEY4) (5) 1개의 상태표시 LED(LED1) (6) +5V용 버저 (7) RS-232C 직렬통신 커넥터(CN5) (8) CAN 직렬통신 커넥터(CN5) 3. 기타 입출력 장치 (1) +5V, +3.3V 전압센서(ADC0, ADC1) (2) 가변저항 VR1에 의한 전압센서(ADC2) (3) LM35DZ 온도센서(U5, ADC3) (4) 2개의 D/A 컨버터 출력(DAC_OUT1/2) 2개의 D/A 컨버터를 사용한 음악연주 출력 (5) TV 리모컨 입력(U6) (6) 10개의 테스트 포인트(TP1~TP10) (7) SPI를 사용한 DS3234 리얼타임 클록(U8) (8) I2C를 사용한 AT24C16 EEPROM(U7) (9) VS1053b를 사용한 MP3 플레이어 회로	ST-LINK/V2 에뮬레이터 사용 별도의 TFT-32A 보드를 장착하여 사용 표준 9핀 RS-232C 케이블 사용 RS-232C와 CAN을 동일 커넥터로 사용 A/D 입력 범위는 0V~+3.3V 온도측정 범위는 0~100℃ D/A 출력 범위는 0V~+3.3V CN6 커넥터에 외장형 스피커를 연결 2.4V 충전용 NiMH 배터리로 전원 백업 CN6 커넥터에 외장형 스피커를 연결
6. 전원	+5V(키트에서 +3.3V 및 +1.8V 레귤레이터 사용)	
7. PCB	160×130mm 양면 에폭시 기판	

☞ OK-STM767 키트에는 STM32F7xx 시리즈의 모든 100핀짜리 소자를 조립하여 사용할 수 있다.

OK-STM767 키트는 <그림 3.1.1>에서 보는 것처럼 32비트의 ARM Cortex-M7 마이크로컨트롤러인 STM32F767VGT6을 중심으로 하여 CPU에 내장된 여러 가지 기본 I/O 기능과 다양한 외부 확장 I/O를 가지고 있다.

STM32F767VGT6은 100핀 LQFP 패키지로 되어 있으며, 16비트 포트 5개를 포함하여 총 82개의 병렬 I/O 핀을 가지고 있는데 이것들은 대부분 CPU에 내장된 주변장치를 위한 입출력 신호 단자와 기능을 겸하고 있다. OK-STM767 키트에서 이들 병렬 I/O 포트에 접속할 수 있는 기능에는 16자×2행의 텍스트 LCD 모듈, 320×240 픽셀의 터치스크린형 TFT-LCD 모듈, 4개의 키 입력 스위치와 1개의 상태표시용 LED, 버저(buzzer) 등이 있으며, 내장된 주변장치를 사용하여 외부에 접속한 기능에는 RS-232C 직렬통신 커넥터 CN5, 반도체 온도센서 LM35D와 각종 전압센서를 접속한 A/D 컨버터 입력 4개, 2개의 D/A 컨버터 출력, I2C 직렬통신을 이용한 AT24C16 EEPROM, SPI 직렬통신을 이용한 DS3234 RTC, SPI 직렬통신을 이용한 SD 카드 인터페이스와 VS1053b를 사용한 MP3 플레이어 회로 등이 있다.

사용자는 이러한 많은 하드웨어를 통하여 Cortex-M7 마이크로컨트롤러의 다양한 프로그래밍 연습 및 응용이 가능할 것이며, 사용자 프로그램의 다운로드 및 디버깅은 JTAG 또는 SWD 인터페이스를 통하여 ST-LINK/V2 에뮬레이터로 수행한다.



<그림 3.1.1> OK-STM767 키트 V1.0의 하드웨어 구성 블록도

OK-STM767 키트는 적어도 8051이나 AVR과 같은 8비트 마이크로컨트롤러 이상을 사용해본 경험이 있으면서 ARM Cortex-M7 계열의 마이크로컨트롤러는 처음으로 공부하는 아마추어나 현장 엔지니어 또는 대학생을 위한 교육용 키트로 사용될 것을 기본 목표로 하여 설계하였다. 따라서, 이 키트는 매우 다양한 기본 기능을 내장하고 있으면서도 PCB 기판을 양면으로 하고 크기가 약 160×130mm에 불과하도록 작게 설계하여 큰 부담없이 저렴한 비용으로 사용자가 직접 조립할 수 있도록 하였다. 이것은 STM32F767VGT6 소자의 기본 기능을 익히는데 목표를 두고 있는 교육용 트레이닝 키트지만, 사용자들이 이 마이크로컨트롤러 소자를 재미있게 공부하면서 더불어 난이도가 높은 고급 응용기술까지 익힐 수 있도록 TFT-LCD 모듈이나 터치스크린, SD 카드, MP3 플레이어 회로 등을 장착하여 상당한 정도의 수준을 갖는 응용 프로그래밍 기술을 직접 체험할 수 있도록 설계하였다.

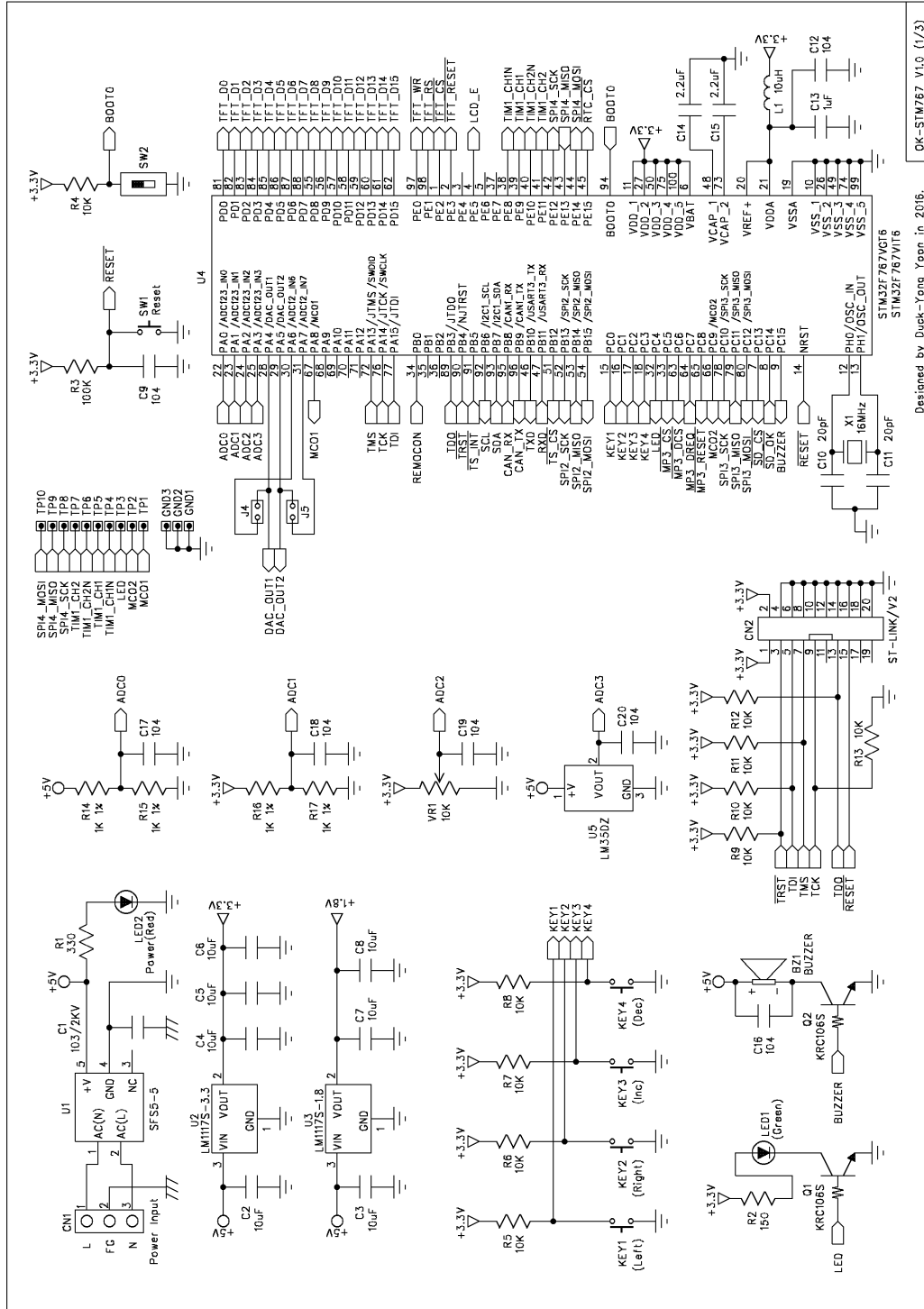
이 책에서는 사용자가 이 키트에 프로그램을 다운로드하거나 디버깅하기 위하여 기본적으로 초저가형의 ST-LINK/V2 에뮬레이터를 사용하지만, JTAG 또는 SWD 인터페이스를 지원하는 다른 에뮬레이터를 사용할 수도 있다.

OK-STM767 키트에서 사용하는 STM32F767VGT6 마이크로컨트롤러는 1024KB의 플래시 메모리와 512KB의 SRAM을 내장하고 있어서 MCU로서는 메모리 용량이 상당히 큰 편이므로 여기서 대규모의 응용 프로그램을 작성할 수도 있으며, 사용자 프로그램을 플래시 메모리에서 실행시킬 수도 있고 SRAM에서 실행시킬 수도 있다.

이 책에서는 마이크로프로세서의 초보 입문자들도 재미있게 이를 따라 익히며, 여러 응용분야에 종사하는 사용자들이 각각 자신의 분야에 필요한 ARM Cortex-M7 응용 기술을 연마할 수 있도록 가능한한 여러 가지의 다양한 응용 프로그램을 C언어로 제시하고 이를 키트에서 실행하여 볼 수 있도록 하였다. 이 책에서 C컴파일러는 현재 널리 인기를 얻고 있는 **IAR EWARM V7.80.2** 이상을 사용한다. 그러나, ARM 계열 마이크로프로세서에서는 거의 어셈블리 언어를 사용하지 않는 추세이므로 이 책에서도 어셈블리 언어 예제는 취급하지 않는다.

2. OK-STM767 키트의 하드웨어 구조

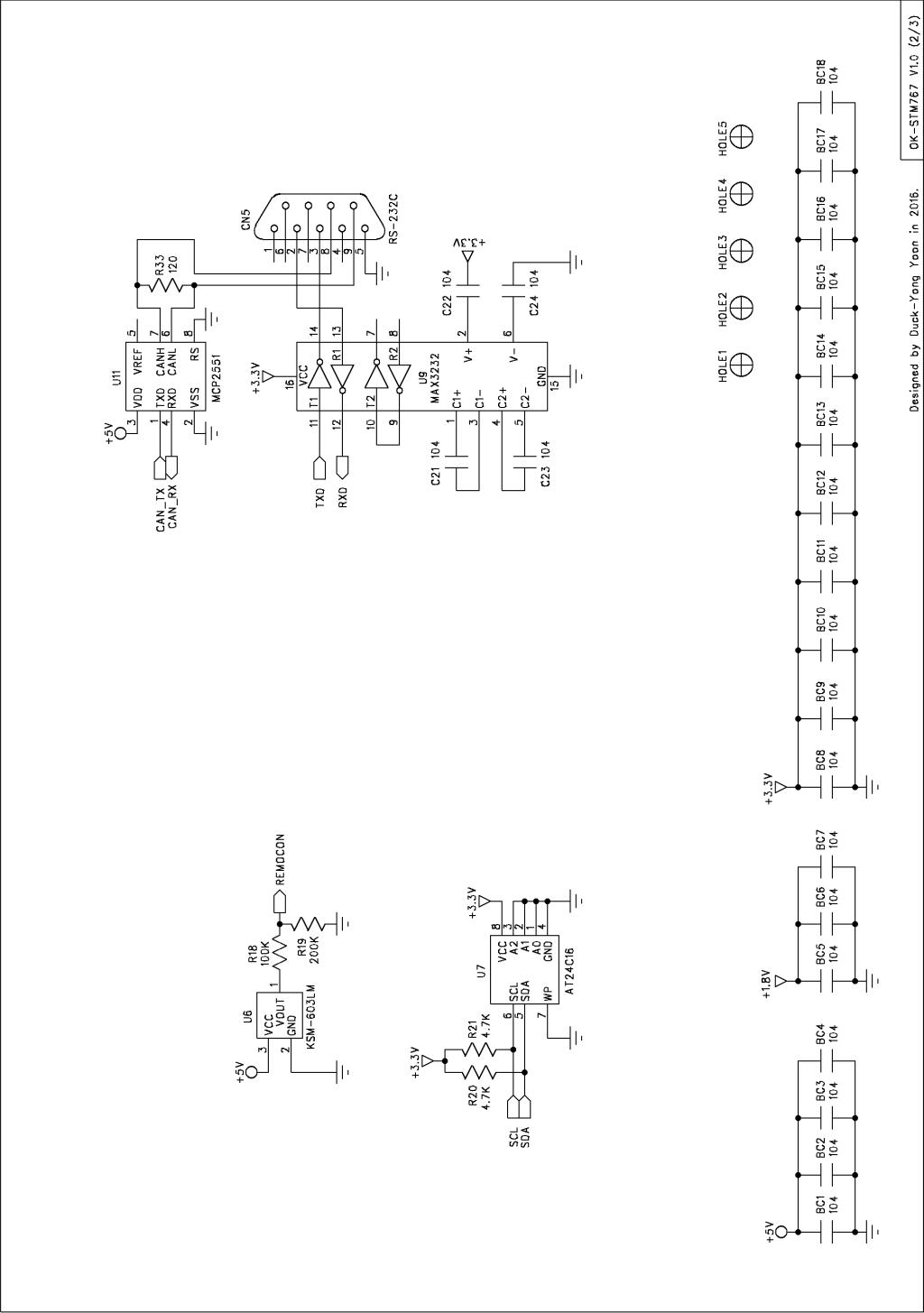
이제 사용자가 OK-STM767 키트의 기능들을 충분히 활용하고 나아가 이를 응용하는 능력을 기르기 위해서는 이 키트의 구조 및 기능을 자세히 이해하여야 한다. 여기서는 이것의 전체적인 하드웨어 구조와 설계 사양을 설명하고자 한다.



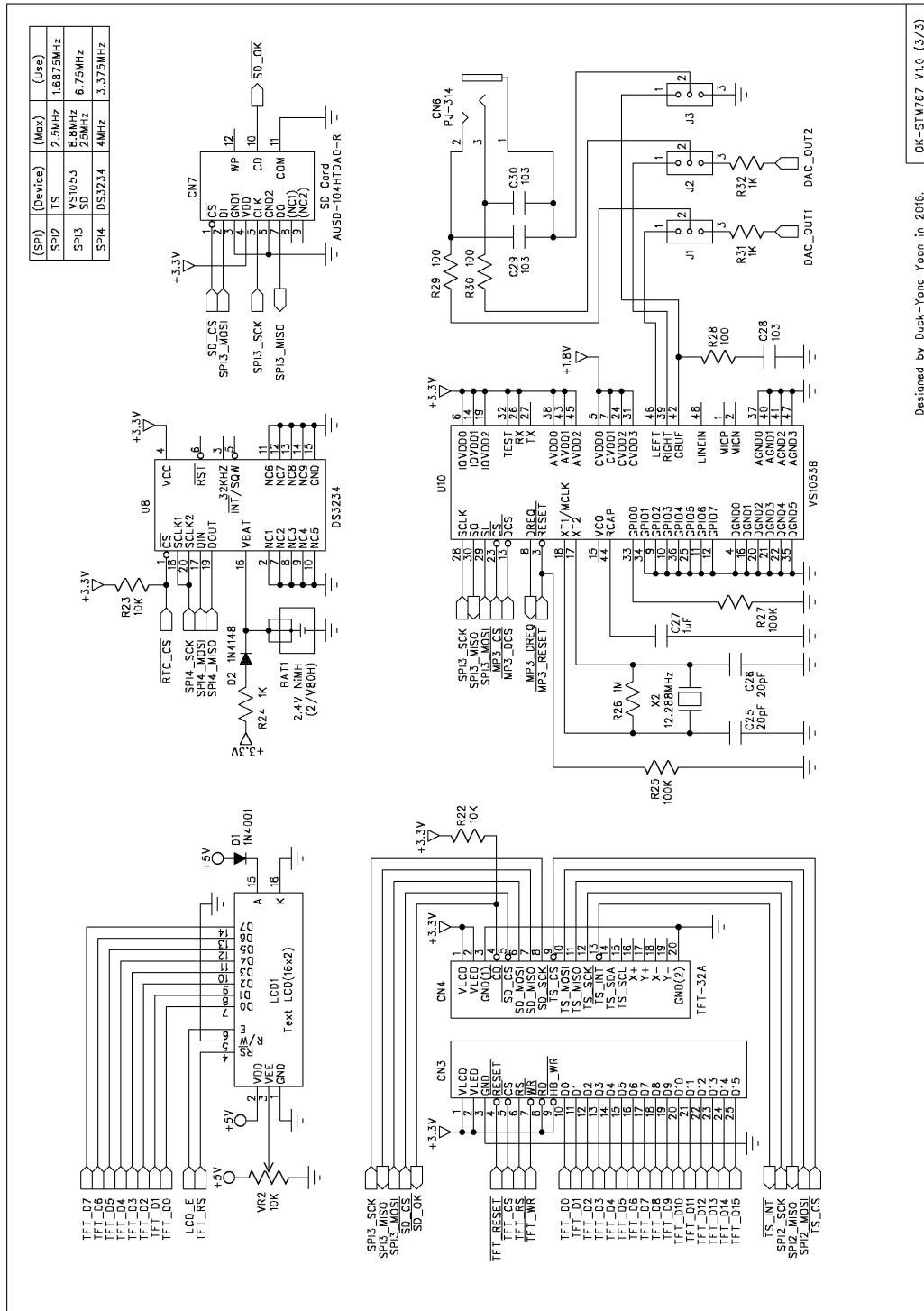
Designed by Duck-Yang Yoon in 2016.

OK-STM767 V1.0 (1/3)

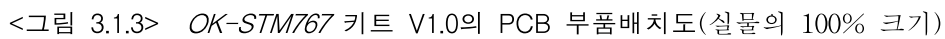
<그림 3.1.2> OK-STM767 키트 V1.0의 전체 회로도(1/3)



<그림 3.1.2> OK-STM767 키트 V1.0의 전체 회로도(2/3)



<그림 3.1.2> OK-STM767 키트 V1.0의 전체 회로도(3/3)



<표 3.1.2> OK-STM767 키트 V1.0의 전체 부품 리스트

부품 번호	수량	부품명 및 규격	비 고
U1	1	SFS5-5 (5V/1A PCB 장착형 SMPS)	POWERPLAZA 제품
U2	1	LM1117S-3.3 (정전압 레귤레이터)	SOT-223형
U3	1	LM1117S-1.8 (정전압 레귤레이터)	SOT-223형
U4	1	STM32F767VGT6 (STM32F767VIT6)	100핀 LQFP형
U5	1	LM35DZ (반도체 온도 센서)	TO-92형
U6	1	KSM-603LM (TV 리모컨 수신 센서)	
U7	1	AT24C16N (시리얼 EEPROM)	8핀 narrow SOIC형
U8	1	DS3234 (SPI 통신형 RTC)	20핀 wide SOIC형
U9	1	MAX3232 (RS-232C 통신 인터페이스)	16핀 narrow SOIC형
U10	1	VS1053b (MP3 CODEC)	48핀 LQFP형
U11	1	MCP2551 (CAN 통신 인터페이스)	8핀 narrow SOIC형
X1	1	16MHz (ATS형 수정발진자)	
X2	1	12.288MHz (ATS형 수정발진자)	
D1	1	1N4001 (정류용 다이오드)	
D2	1	1N4148 (신호용 다이오드)	
LED1	1	5AG3HD00 (5Φ 녹색 LED)	
LED2	1	5AR3PD00 (5Φ 적색 LED)	
Q1, 2	2	KRC106S (NPN형 트랜지스터)	
LCD1	1	LC1621-SMLYH6 텍스트형 LCD 모듈	좌측 상단 커넥터형
	1	16핀(1x16) 핀 헤더(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
	1	16핀(1x16) 핀 헤더(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
	2	F-10mm (PCB 서포트, 금속, 3Φ)	
	4	M3x5 (둥근 머리 볼트, 3Φ, 5mm)	
R1	1	2012형 330Ω 칩 저항	
R2	1	2012형 150Ω 칩 저항	
R3, 18, 25, 27	4	2012형 100K 칩 저항	
R4~13, 22, 23	12	2012형 10K 칩 저항	
R14~17	4	2012형 1% 1K 칩 저항	정밀 저항을 사용하는 것이 바람직함
R19	1	2012형 200K 칩 저항	
R20, 21	2	2012형 4.7K 칩 저항	
R24, 31, 32	3	2012형 1K 칩 저항	
R26	1	2012형 1M 칩 저항	
R28~30	3	2012형 100Ω 칩 저항	
R33	1	2012형 120Ω 칩 저항	
VR1, 2	2	GF063P 10K 반고정 저항	1K~20K 범위에서 임의 사용 가능
L1	1	2012형 10μH 칩 인덕터	
C1	1	1kV 0.01μF 고압 세라믹 커패시터	
C2~8	7	2012형 10μF 칩 세라믹 커패시터	
C9,12,16~24,BC1~18	29	2012형 0.1μF 칩 세라믹 커패시터	
C10, 11, 25, 26	4	2012형 20pF 칩 세라믹 커패시터	
C13, 27	2	2012형 1μF 칩 세라믹 커패시터	
C14, 15	2	2012형 2.2μF 칩 세라믹 커패시터	
C28~30	3	2012형 0.01μF 칩 세라믹 커패시터	
BAT1	1	2/V80H (2.4V 70mAh NiMH 전지)	
BZ1	1	SM-1205C 또는 KPX-1205 (+5V용 버저)	
SW1	1	ITS-1102T (4핀 택트 스위치)	
SW2	1	BSD-101 (2핀 DIP 스위치)	
KEY1~4	4	ITS-1107 (2핀 택트 스위치)	
TP1~10, GND1~3	1	14핀(1x14) 핀 헤더(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
J1~3	3	3핀(1x3) 핀 헤더(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
	3	DS1028 (2.54mm 점퍼, close 타입)	
J4, 5	2	2핀(1x2) 핀 헤더(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
	2	DS1028 (2.54mm 점퍼, close 타입)	
CN1	1	BR-762C(3핀) 전원 커넥터	
CN2	1	20핀(2x10) 박스 헤더(straight형)	
CN3	1	25핀(1x25) 핀 헤더 소켓(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
CN4	1	20핀(1x20) 핀 헤더 소켓(straight형)	40핀(1x40)짜리를 잘라서 사용
CN5	1	DS1037-09M (9핀 D형 커넥터, 수컷)	
CN6	1	PJ-314 (스테레오 3.5Φ 이어폰 잭)	
CN7	1	AUSD-104HTDA0-R (SD 카드 커넥터)	TF-T-32A 보드의 CN3을 대체함