

전술다기능단말기(TMFT)의 전원회로 설계 개선 및 검증

김진성* · 김병준* · 김병수**

Improvement and Verification of TMFT Power Circuit Design

Jin-Sung Kim* · Byung-Jun Kim* · Byung-Soo Kim**

요 약

군 전술정보통신체계(TICN: Tactical Information and Communication Network)의 하위체계라 할 수 있는 전술다기능단말기(TMFT: Tactical Multi-Functional Terminal)는 개인 사용자에게 음성통화, 데이터 송수신, 멀티미디어 서비스를 제공하는 체계이다.

2011년도 개발당시 전술다기능단말기 전원회로는 충전IC를 거쳐 각각의 소자에 전원을 공급하는 구조였으나, 새로 개선된 전원회로는 충전IC를 별도로 구성하지 않고 PMIC(Power Management Integrated Circuit)를 통해 각 소자에 전원이 공급되도록 하였다.

본 논문에서는 개발단계의 전원회로설계가 적용된 전술다기능단말기와 신규 PMIC를 적용한 전술다기능단말기의 전원구조를 비교하였다. 그리고 소비전류, 충전시간, 충전 시 단말기 온도상승 등의 성능평가를 통해서 설계 개선 및 부품의 적합성을 검증하였다.

ABSTRACT

The TMFT, a sub-system of TICN, provides voice calls, data transmission and reception, and multimedia services to individual users.

At the time of development in 2011, the power circuit of the TMFT was designed to electrical power supply to each device via a charger IC. However, the newly improved power supply circuit allows power to be supplied to each device through the PMIC without configuring the charger IC separately.

In this paper, the power circuit design structure of TMFT applied in the development stage and the improved power circuit design structure were compared. And we verified through experiments whether the improved power circuit can be applied to TMFT. The experimental method was verified by directly comparing the current consumption test, charge time comparison test, and rising temperature test during charging each of before and after improvement terminals.

키워드

TICN(Tactical Information and Communication Network), TMFT(Tactical Multi-Functional Terminal), Power Circuit Design, Power Management Integrated Circuit
전술 정보 통신 체계, 전술 다기능 단말기, 전원 회로 설계, PMIC

* 교신저자 : 국방기술품질원 지휘정찰기술팀

* 국방기술품질원(jskima@dtqa.re.kr, bj3102@dtqa.re.kr)

** 한화시스템 전문연구원(bs85.kim@hanwha.com)

• 접수일 : 2020. 02. 17

• 수정완료일 : 2020. 03. 17

• 게재확정일 : 2020. 04. 15

• Received : Feb. 17, 2020, Revised : Mar. 17, 2020, Accepted : Apr. 15, 2020

• Corresponding Author : Jin-Sung Kim

C4ISR Systems Engineering Team, Defense Agency for Technology and Quality

Email : jskima@dtqa.re.kr

I. 서 론

오늘날 전투체계는 감시체계, 지휘통신체계, 타격체계 등 각 구성요소들을 네트워크로 연결하고 전장 상황 정보를 실시간으로 수집 및 전달하여 지휘권자의 결심을 도와 빠른 대응을 할 수 있도록 하는 네트워크 중심전(NCW: Network Centric Warfare)으로 빠르게 전환되고 있다[1]. 이러한 네트워크 중심전을 대비하여 원활한 정보유통을 위해 구축된 군 통신체계가 전술정보통신체계(TICN: Tactical Information and Communication Network)이다. 그리고 전술정보통신체계의 하위 체계인 전술이동통신체계는 주파수 효율 측면에 강점을 지니는 WiBro 기술을 기반으로, 기지국 역할을 하는 지휘소의 내부 및 주변지역과 원격지역 가입자들에게 음성통화, 데이터 송수신 그리고 멀티미디어 서비스를 지원하는 것이 핵심이라 하겠다. 이는 고정형 기지국이 아닌 이동형 기지국을 사용하여 유사시 개별 노드의 파괴에 따른 전체통신망 차단을 방지하고자 하는 것이다. 아울러 앞서 언급한 서비스를 활용하기 위해 사용되는 개인 휴대기기가 전술다기능단말기(TMFT: Tactical Multi-functional Terminal)이다[2-3].

이러한 개인 휴대 단말기인 전술다기능단말기의 전원회로를 재설계하여 동등이상의 성능을 유지하면서 소모전력 저감, 충전시간 단축, 외부 전원 인가 시 단말기 온도 상승 최소화를 위한 개선 사항을 설명하고 재설계된 전원회로의 적합성을 검증하였다.

II. 전원회로 설계 개선

2.1 전술다기능단말기 초기개발 전원회로 설계 구조

2011년 개발된 전술다기능단말기 전원회로 설계 구조도는 그림 1과 같다. 외부커넥터로 연결되어 전달되는 인가 전원은 충전 IC를 통해 2차 전지와 단말기 내부 구동회로로 각각 분배된다. 이 때 단말기 내부 LCD Backlight unit과 mWiMAX 모듈의 구동을 위해 충전 IC를 거쳐 인가된 전원은 DC/DC 컨버터로 각각 step-up 또는 step-down되어 해당 유닛으로 전원이 공급되는 구조이다. 그리고 나머지 기능 수행을 위해 설치된 부품들은 PMIC를 통하여 전원을 공급받게 된다.

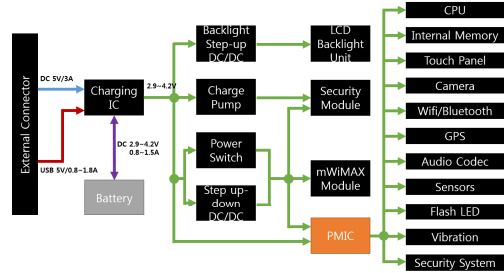


그림 1. 초기개발 시 TMFT 전원회로 설계 구조도

Fig. 1 Design schematic of initial developed TMFT power circuit

이렇게 단말기 구동을 위한 전원분배가 충전IC를 거친 후 여러 갈래로 분산되어 각 부품에 공급되는 구조이기 때문에 그에 따른 전력 손실이 필연적으로 발생하게 되고 특히 몇몇 소자를 구동하기 위해 별도의 DC/DC 컨버터를 사용함에 따른 손실 또한 부가적으로 발생한다고 할 수 있다[4-6].

2.2 개선된 전술다기능단말기 전원회로 설계 구조도

이러한 인가 전원 분배 구조와 전력 손실을 개선하기 위해 2차 전지 충전기능 및 LCD Backlight전원을 PMIC에서 직접 공급할 수 있는 대체품을 적용하여 개선 설계하였다. 그에 따른 개선된 전원회로 설계 구조도를 그림 2와 같이 나타내었다.

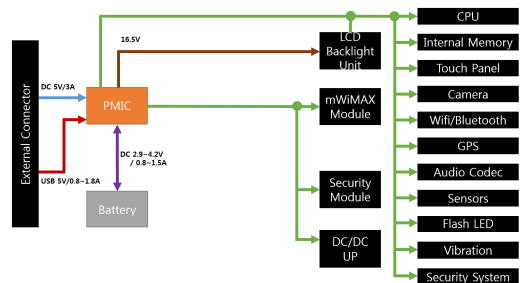


그림 2. 개선된 TMFT 전원회로 설계 구조도

Fig. 2 Design schematic of improved TMFT power circuit

신규 PMIC를 적용하여 개선된 전술다기능단말기 전원회로 설계 구조는 2차 전지 충전용 IC를 별도로 구성하지 않아도 각 소자에 필요한 전원을 공급할 수 있고, LCD Backlight unit과 mWiMAX 모듈 구동용

DC/DC 컨버터를 사용하지 않고 PMIC에서 각 소자에 필요한 전원을 공급하기 때문에 개발단계 시 전원회로 설계 보다 전원효율이 더 좋을 것으로 판단하여 적용하였다[7-8].

III. 개선된 전술다기능단말기 전원회로 설계의 적합성 검증 실험

3.1 소비전류 비교 시험

개선된 전술다기능단말기의 PMIC는 2차 전지 충전 기능 및 LCD Backlight 전원을 내부적으로 공급하고 있어 별도의 충전 IC 및 LCD Backlight 전원공급을 위한 step-up(Boosting) DC-DC converter가 필요하지 않다. 또한 내부적으로 기존 대비 많은 Buck converter 출력과 더 많은 레귤레이터 출력인 Low Drop-out을 제공하여 부가적으로 PMIC 외부에 Buck converter를 설계할 필요가 없어졌다. 또한 외기 온도가 저온 일 경우 그리고 2차 전지의 방전 상태가 기준치 이하일 경우에 부팅 되는 것을 방지하기 위한 Power switching 기능이 PMIC 내부기능으로 제공되기 때문에 이러한 기능들을 구현하기 위한 회로를 별도로 설계 할 필요가 없어 졌고 그에 따른 전력 손실이 감소 할 것으로 예상하였다[9-11].

그리고 단말기 간 비교 편의를 위해 초기개발 전원회로가 적용된 단말기를 기존 단말기, 개선된 전원회로가 적용된 단말기를 개선 단말기로 명칭을 일원화 하겠다.

전원회로 설계 변경에 따른 전력 효율 변화를 확인하기 위해 기존 단말기와 개선 단말기의 소비전류를 측정하고 비교하였다. 측정 방법은 연속통화 상태에서 각각의 단말기 소비전류를 실시간 측정하고 평균 소비전류를 비교하였다. 이때 단말기 상태는 CPU에 정격전압이 인가되고 CPU 내부 모든 Block들이 동작하거나 동작 준비상태인 Normal Mode로 하였다. 그리고 측정시간은 2차 전지가 방전되어 단말기 전원이 자동차단 될 때까지 연속통화를 수행하였다. 기존 단말기와 개선 단말기 모두 외부 스피커와 마이크 사용에 따른 부가적인 영향이 없도록 해당 기능을 차단하였다. 또한 2차 전지 역시 동일 용량에 완충된 전지를

사용하였으며, 방전전압 역시 기준치 이상으로 동일함을 확인하였다.

기존 단말기의 경우 그림 3에서 보이는 바와 같이 평균 소비전류는 약 405mA이었으며 연속통화시간은 6시간 5분이었다. 그에 반해 개선 단말기의 경우에는 그림 4와 같이 평균소비전류가 약 250mA로 나타났으며 10시간 30분 동안 전원차단 없이 연속통화가 가능하였다.

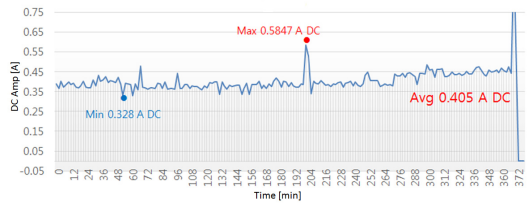


그림 3. 기존 단말기 소비전류변화(연속음성통화)
Fig. 3 Change of current consumption in initial developed power circuit design(during continuous vice talk)

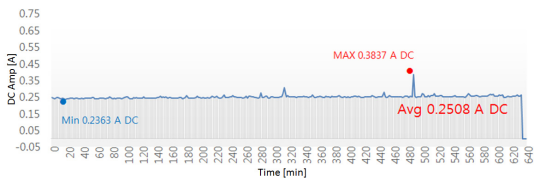


그림 4. 개선 단말기 소비전류 변화(연속음성통화)
Fig. 4 Change of current consumption in improved power circuit design(during continuous vice talk)

3.2 충전시간 비교

개선 단말기 내부 신규 PMIC는 충전 알고리즘이 자체적으로 구현되어 있다. 기존 단말기와 개선 단말기의 충전성능을 비교하기 위해 방전된 2차 전지를 각각 장착한 후 단말기의 CPU 전원은 차단되고 Real Time Clock 및 Power Management Unit 만 Wake-up interrupt에 의해 작동되는 Normal & Sleep Mode 에서 충전시간을 각각 측정하였고 그 결과를 그림 5와 그림 6에 나타내었다. 기존 단말기는 그림 5와 같이 Charging IC에 의한 2차 전지의 충전시간이 170분인 반면에 개선 단말기의 경우는 그림 6에서 보이는 바와 같이 PMIC에 의한 2차 전지 충전시간이 130분 정도로 기존 단말기 대비 약 40분의 충전시간이 단축 된 것을 확인 할 수 있다.

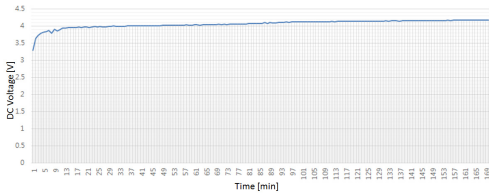


그림 5. 기존 단말기 충전시간

Fig. 5 Charging time of initial developed terminal

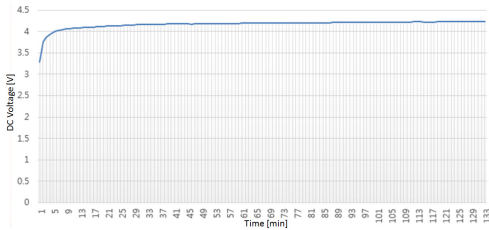


그림 6. 개선 단말기 충전시간

Fig. 6 Charging time of improved terminal



그림 7. 온도시험용 단말기 시료

Fig. 7 TMFT samples for temperature test during operation

3.3 충전 시 단말기 온도상승시험 비교

기존 단말기와 개선 단말기 각각 2대 총 4대 시료에 대하여 온도측정을 수행하였다. 2차 전지의 제한된 용량으로 인한 영향 없도록 온도시험 시 외부 충전 포트를 사용하여 단말기로 직접전원을 공급하였다. 그리고 단말기는 CPU 내부 Block들이 최대로 동작하는 Full Operating Mode에서 그림 7과 같이 지정된 33개 전/후면 측정 위치(전면 15개, 후면 18개)에 대한 온도를 각각 12시간 및 24시간 후에 측정하였다. 그리고 총 4개 시료의 위치별 온도측정 결과 중 온도상승치가 가장 큰 값을 표 1에 나타내었고, 평균 온도상승 값을 표 2에 작성하였다.

24시간 측정데이터를 기준으로 온도 상승치를 비교했을 때 개선 단말기는 기존 단말기 보다 최대 12℃ 정도 온도가 덜 상승하였고(위치 3 및 17), 평균온도 최대 변화폭 역시 개선된 단말기가 전면은 약 9℃, 후면은 약 5℃정도 감소함을 확인하였다.

IV. 결론 및 향후개선 방향

본 연구는 전술다기능단말기(TMFT: Tactical Multi-Functional Terminal)의 전원회로 설계를 개선하고 그에 따른 적합성을 소비전류, 충전시간, 충전 시 온도 상승 등의 비교를 통하여 검증하였다. 평가 결과 소비전류는 기존대비 약 30% 개선되었고, 충전 시간은 약 20% 감소함을 그리고 충전 시 온도 상승 역시 개선된 단말기가 최대 12℃ 정도 덜 상승함을 확인하였다.

이러한 결과를 통해 초기개발 전원회로 설계가 적용된 단말기 대비 소비전력을 낮춤으로 인한 사용시간의 증가, 2차 전지 충전시간 단축, 작전운용 시 단말기 온도 상승 저감 등의 기능 향상으로 군 작전운용 시 개선된 성능을 발휘할 수 있어 이동기지국을 통한 원격지역 가입자들에게 더욱 효과적인 서비스를 제공할 수 있다고 사료된다.

표 1. 시료 위치별 온도시험 측정결과비교
Table 1. Comparison of temperature test result by measurement position

Measurement position	Initial design #1			Initial design #2			Improved design #1			Improved design #2		
	Front side of TMFT [°C]											
	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs
3	27.4	45.2	48.2	30.6	45.8	47.6	28.6	38.0	38.6	30.6	36.8	38.8
Measurement position	Rear side of TMFT [°C]											
	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs	Initial time	12 hrs	24 hrs
17	35.0	48.8	48.6	38.2	49.6	48.4	32.6	37.6	36.4	33.2	35.6	36.6

표 2. 시료별 평균 온도 상승 비교
Table 2. Comparison of average rising temperature by sample

	Average rising temperature during 12hours [°C]				Average rising temperature during 24hours [°C]			
	Initial design #1	Initial design #2	Improved design #1	Improved design #2	Initial design #1	Initial design #2	Improved design #1	Improved design #2
Front side	11.7	10.8	6.8	5.0	14.8	13.3	8.2	6.3
Rear side	6.4	6.0	3.2	1.4	8.4	7.6	4.1	3.2

References

[1] K. Park, "TICN System Requirement and Capability for Future Warfare Environment," *Telecommunications Review*, vol. 20, no. 2, 2010, pp. 196-206.

[2] B. Bae, S. Yoon, and Y. Ko "A Hybrid Authentication Scheme for Wireless MSAP Mesh Networks in the Next-Generation TMCS," *Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 37, no. 11, 2012, pp. 1011-1019.

[3] J. Yun and J. Kim, "System Level Performance Evaluation of TICN Based on Mobile WiMAX," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 15, no. 8, 2014, pp. 5233-5241.

[4] S. Tiraspolsky, A. Rubtsob, A. Maltsev, and A. Davydov, "Mobile WiMAX-Deployment Scenarios Performance Analysis," *Proc. of International Symposium on wireless Communication Systems*, Valencia, Spain, 2006.

[5] M. Kwon and J. Yoon, "A Design and Manufacture of Triple Band Antenna with Line and Arc Shaped Strips for WLAN/WiMAX system," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, 2018, pp.15-22.

[6] Y. Chai, "Design of Modular DC/DC Converter with Phase Shifting Topology," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 1, 2019, pp. 81-86.

[7] Y. Chai, "Development of 500W Inverter with Pure Sine Wave Output," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 1, 2018, pp. 61-68.

[8] K. Lee, "A Study on the Improvement of Transmission Speed of Data link Processor," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 6, 2019, pp. 1069-1076.

- [9] S. Yeo, B. Kang, K. Bae, and C. Yoon "Study on Data-link Antenna System for UAV," *Journal of the the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, 2020, pp. 9-14.
- [10] J. Park, Y. Song, H. Choi, C. Yoon, and C. Hwang "Coverage Prediction for Aerial Relay Systems based on the Common Data Link using ITU Models," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, 2020, pp. 21-30.
- [11] K. Cho, D. Kim, and G. Kim, "Design of Broadband Microstrip Antenna for 2.5GHz with Inverted Parasite Patch and the Proximity Stub," *Journal of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 3, 2019, pp. 467-474.



김병수(Byung-Soo Kim)

2015년 금오공과대학교 모바일공학과 졸업(공학사)

2008년 ~ 현재 : 한화시스템 생산관리5팀(통신) 전문연구원

※ 관심분야 : 무선통신 시스템, 정보통신 시스템, 모바일 통신 기기

저자 소개



김진성(Jin-Sung Kim)

2009년 인제대학교 나노공학부 졸업(공학사)

2012년 부산대학교 대학원 전기전자공학 졸업(공학석사)

2012년 ~ 2018년 : LS산전 초고압변압기 연구원

2018년 ~ 현재 : 국방기술품질원 지휘정찰센터 연구원

※ 관심분야 : 무선통신 시스템, 신뢰성 공학, 전자기응용시스템



김병준(Byung-Jun Kim)

2011년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 졸업(공학사)

2011년 ~ 2018년 : 한화시스템 품질경영팀 연구원

2018년 ~ 현재 : 국방기술품질원 지휘정찰센터 연구원

※ 관심분야 : 무선통신 시스템, 신뢰성 공학, 레이더 RF 시스템