

금속 구조체의 밀폐공간 통신에서 유도 결합기의 신호 결합 효율 향상에 관한 연구 손경락¹, 김현식²

¹국립한국해양대학교, ²(주)매트론

¹krsohn@kmou.ac.kr

A Study on Improving the Signal Coupling Efficiency of Inductive Coupling unit in Confined Space Communications of Metal Structures

Kyung-Rak Sohn¹, Hyun-Sik Kim²

¹Korea Maritime & Ocean University, ²Mattron Corporation

요 약

페라이트 코어형 유도 결합기는 전통적인 전력선통신에 사용하는 장치로서, 이는 금속 선로에 국부적으로 자기장을 집중시켜 전류를 유도하므로 수백 m 이상의 신호 전송을 가능하게 한다. 그러나 표면적이 넓은 금속 구조체의 통신에는 적합하지 않은데, 유도 결합기는 금속 표면을 따라 이동하는 전파 모드를 형성하지 않기 때문이다. 본 논문에서는 밀폐공간 등에서 금속의 표면을 이용하여 통신할 때 유도 결합기의 신호 결합 효율을 높이는 방법을 제안한다. 결합기의 중심에 금속 표면에 직접 접촉되는 금속 핀을 추가하여 유도전류에 의한 신호 결합이 효율적으로 이루어지게 한다. 제안한 결합기의 성능은 COMSOL을 이용하여 해석한다. 금속 핀을 추가하면 수신된 전압 피크 값은 27 dB 정도 개선되었다.

I. 서 론

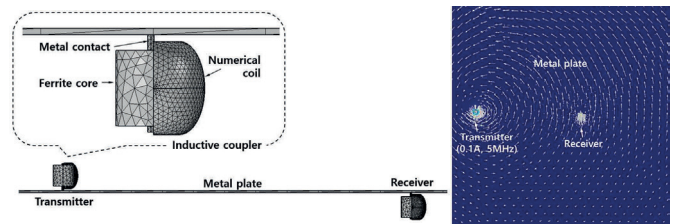
금속 선로를 이용하는 비접촉식 전력선통신에서 페라이트 코어형 유도 결합기는 금속에 국부적인 자기장을 집중시켜 전류를 유도하는 원리로 작동하여 고주파 신호를 전송한다. 송전탑 및 지하관로의 도선 또는 가정의 전선을 이용하여 사물인터넷 기반 안전 모니터링을 수행하는 다양한 응용으로 개발되고 있다. 최근에는 선박, 해양플랜트, 또는 해상구조물에서도 작업 현장의 전기 공급용 도선을 통신선로로 사용하여 전력선 기반의 통신 인프라에 활용하는 서비스가 발표되고 있다. 금속 구조물의 경우 내부에 밀폐공간이 만들어지면 다양한 원인의 조합으로 화재, 폭발, 질식 등의 안전 문제가 발생한다. 이러한 문제를 포함하여 금속 구조물에서 안전 모니터링의 장애를 해소하는 기본 인프라는 원활한 데이터 전송을 위한 통신망 확보이다. 고정 유선 통신망을 이용하기 어렵고 무선통신은 전파의 차폐 등으로 불안정하므로 금속 구조물의 표면을 통신채널로 사용하는 방법을 고려한다. 페라이트 코어 유도 결합기는 제넵파(Zenneck waves)와 같은 금속 표면파를 생성하도록 설계할 수 없으므로 [1], 본 연구에서는 결합기의 중심에 금속 표면에 직접 접촉되는 금속 핀을 추가하여 유도전류에 의한 신호 결합이 이루어지도록 한다. 제안된 결합기의 성능은 COMSOL을 이용하여 해석한다.

II. 본 론

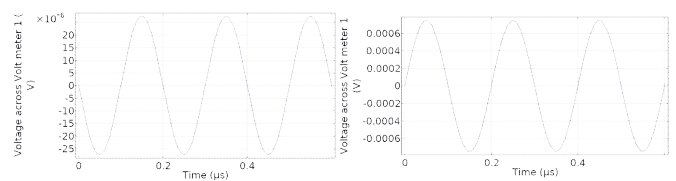
그림 1 (a)는 한 변이 2500 mm인 정방형 금속판에 설치된 두 개의 유도 결합기를 보여준다. 결합기는 금속판의 앞면과 뒷면에 각각 설치한 금속 핀에 거치된다. 일반적으로 유도 결합기의 작동 원리는 자성체 코어와 코어 중심을 지나는 금속선로 간의 국부적인 강한 자기 유도 결합에 기인한다. 금속 표면을 이용한 통신에 이를 적용하기 위해서는 자성체 코어 중심에서 형성된 유도전류가 금속 표면에 효과적으로 전달되어야 한다. 여기서 금속 핀은 유도결합기와 금속판 간의 신호 결합 효율을 향상하기 위하여 추가한다. 그림 1 (b)는 송신기와 수신기 자속밀도 분포를 보여준다. 송신기에 5 MHz의 0.1 A 신호를 인가하였을 때 금속표면에 발생한 자속은 수신기에서 전류로 수확된다.

그림 2는 금속 핀의 유무에 따른 수신 신호의 강도를 보여준다. 그림 2 (a)는 송수신 결합기가 금속 표면에 근접하였으나 금속 핀이 없는 상황에서 수신기에 유도된 신호전압의 파형으로 피크 전압은 0.025 mV 수준이다. 그러나 신호 결합 효율 향상을 위하여

금속 핀을 추가하면 그림 2 (b)와 같이 수신된 피크 전압은 0.6 mV 수준으로 개선되었다.



(a) Schematic (b) Magnetic flux density
Figure 1. Inductive coupling units installed on Metal plate.



(a) Without metal contact (b) With metal contact pin
Figure 2. Induced output voltage (simulation results).

III. 결 론

본 논문에서는 공간의 크기가 제한적인 금속 밀폐공간의 내부와 외부를 연결하는 통신 방식으로 유도 결합기를 사용할 때 수신 신호의 강도를 효과적으로 향상하는 방법을 제안하였고 COMSOL 시뮬레이션으로 그 결과를 보여주었다. 금속 핀을 추가하면 수신된 전압 피크 값은 27 dB 정도 향상되었다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 국립한국해양대학교 첨단반도체인재양성부캠프사업단의 일부 지원을 받았다.

참 고 문 헌

- [1] Oruganti, S.K., Liu, F., Paul, D. et al. "Experimental Realization of Zenneck Type Wave-based Non-Radiative, Non-Coupled Wireless Power Transmission." Sci. Rep., 10, 925 (2020).