



[ 회원사 기술현황 소개 ]

## 함정 전기추진시스템 글로벌 트렌드와 차세대 구축함에 대한 제언

### Global Trends of Naval Electric Propulsion Systems and Suggestions for the Future ROKN Destroyer Program

*GE Power Conversion, GE Marine*

조선해양 분야 - 전기 및 하이브리드 추진을 선도적으로 적용해 온 분야

자동차 및 항공 부문 등에서는 미래에 점점 더 깨끗한 운송 및 원거리 연결을 위한 플랫폼을 도입하거나 평가하기 위해 전동화 즉, 전기추진 또는 하이브리드추진 플랫폼을 적극적으로 고려하고 있다. 그러나 전동화는 조선해양 분야에서는 그리 새로운 것은 아니며 이미 약 100년 전에 처음 선박용으로 전기 및 하이브리드 추진시스템이 소개되었다. GE는 해군 함정의 추진 부문, 특히 전기 및 하이브리드 추진 기술과 관련해서 매우 초기단계 부터 혁신적인 기술을 도입해왔던 선구자로서 각 추진방식에 대한 장/단점, 앞으로의 방향에 대하여 기술하고자 한다.

#### 1. 한국해군은 왜 차기 한국형 구축함 사업(KDDX)에서 완전 전기추진을 고려해야 하는가?

완전한 전기 또는 통합전기추진(IEP, Integrated Electric Propulsion)은 운용 유연성, 생존성 및 충분한 탑재전력이 필요한 구축함과 대형 수상 전투함에 더욱 보편적으로 적용되고 있다.

GE의 파워컨버전 사업부(GE's Power Conversion Business)는 전기 추진 장비 및 통합 솔루션을 통해 주로 영국과 미 해군이 통합전기추진장치를 적용하는데 핵심 역할을 수행해 오고 있다. 그 예로, 영국 해군의 Type-45 구축함, 킌 엘리자베스급 항공모함, 미 해군의 Zumwalt급 DDG 1000 구축함 등을 들 수 있다.

통합전기추진장치 시스템을 도입해야 할 필요성의 예로 최근 미 해군의 두 가지 사례를 소개하고자 한다.

- a) 최근 미 해군은 DDG-51(Arleigh Burke-class destroyer)급 구축함의 보조 발전기엔진의 용량증대를 결정하였다. 주요 업그레이드 사항은 함내 보조 발전기의 발전용량을 기존 9MW에서 12MW로 늘리는 내용이었으며 이는 새로운 SPY-6 레이더의 전력 수요를 수용하기 위한 것으로, 함 운용이 지속됨에 따라 함내 전력 수요가 지속적으로 증가하여 기존에 설치된 발전용량으로는 더 이상 새롭게 발전된 무기체계를 탑재할 수 없었기 때문이다. 통합전기추진 장치는 초기 건조 시 향후 발전량 업그레이드에 대한 대응이 가능하다.
- b) 또한 미 해군의 차세대 구축함인 LSC(Large Surface Combatant) 프로그램(DDG 51 클래스의 후속 모델)에서는 전력 및 추진 아키텍처가 통합전기추진장치로 바뀔 것으로 예상된다. 이에 따라 LSC는 기존 DDG 51이 운용했던 별도의 방식 즉, 기계추진방식 및 함내 부하용 발전기 대신에 통합전기추진을 위한 훨씬 더 많은 발전용량을 가짐은 물론 레이저, 레일 건, 레이더 및 냉각 시

스텝과 같은 첨단 무기 적용에 따른 끊임없이 증가하는 전력 수요를 충족시키기 위해 더 많은 함내 발전용량을 가질 것으로 예상된다.

## 2. GE and Naval Electric Drive Leadership

GE의 두 사업부문인 GE 파워컨버전 사업부와 GE Marine은 세계 해군에 최고의 솔루션과 통합 기능을 제공하기 위해 협력하고 있다.

GE 파워컨버전 사업부는 통합전기추진장치 또는 하이브리드 추진 방식을 탑재한 해군 합정 전기 추진 시스템의 글로벌 리더다. 주요 통합전기추진장치(IEP) 실적으로는 미 해군의 Zumwalt급 DDG 1000 구축함에 탑재된 첨단 유도 모터(AIM, Advanced Induction Machine), 모터 드라이브, 고전압 시스템, 영국 해군의 Type-45 구축함과 퀸 엘리자베스급 항공모함에 탑재된 첨단 유도 모터, 모터 드라이브, 발전기, 고전압 시스템 및 시스템 통합 서비스가 포함된다. 하이브리드 추진 방식의 주요 실적으로는 영국해군의 Type-23형과 Type-26형 호위함, 그리고 미 해군 LHD-8, LHA 강습상륙함 등이 포함된다.

GE Marine은 가스터빈 추진 분야의 세계적인 선두업체로서 해군, 상업용, 해양 및 산업용 가스 터빈 발전기 세트를 통해 고객에게 폭넓은 경험 선사한다. 실제로 전 세계 35개국 해군의 600척 이상의 함정과 100여개의 해군 프로그램이 1,450대의 GE Marine의 가스터빈 엔진을 사용하고 있다. 이 신뢰성 높은 가스터빈 엔진은 해양부문에서만 1,600만 시간 이상의 누적 운전시간기록을 보유 중이다. GE Marine의 LM계열 가스터빈은 넓은 범위에서 전력밀도가 높은 설계를 제공하며 4.6~52MW범위(ISO 조건 기준)의 다양한 가스터빈을 통해 통합전기추진장치 요구사항에 가장 적합한 가장 유연한 발전기 옵션을 제공한다.

GE 파워컨버전 사업부와 GE Marine은 공동으로 관련된 기술 및 프로그램 즉, 가스터빈 발전기 세트, 모터 및 드라이브, 고전압 시스템 통합, 발전 트랜스미션 보호, 동적 성능 제어, 복원력/고장 분석 등을 조선소와 해군에 제공할 것이다. 이와 같은 풀 패키지 형태의 접근방식은 GE를 전기추진 함정의 통합을 위한 이상적인 솔루션 제공자로 고려하게 할 것이며 이는 그간의 탁월한 경험으로 뒷받침되는 대부분의 시스템 구성 요소와 통합 기능을 기반으로 한다.

따라서 GE는 한국해군의 KDDX 프로그램과 전기추진에 관심이 있는 다른 세계 해군에 전기추진 관련 전문 지식을 제공할 수 있는 이상적인 파트너이다.

*“GE Marine은 그간 대한민국 해군 55척 함정에 82대 이상의 가스 터빈을 공급해 오며 함께 일해온 오랜 역사를 가지고 있다. 실제로 우리는 올해 말 KDX III B2용 GE LM2500 가스터빈 키트를 한국의 파트너인 한화에어로스페이스에 납품할 예정이다. KDX III는 배수량 8천 톤의 이지스 방공 구축함(세종대왕함)으로, 2008년 선도함이 인도되었다. 이 키트를 통해 한화에어로스페이스는 가스터빈 조립을 완료하고, 엔진을 최대 부하로 시험한 다음, 모듈 통합을 완료한다. GE의 가스터빈을 탑재한 다른 최신 프로그램으로는 한화에어로스페이스에서 조립하여 시험한 GE LM500 가스 터빈 추진 장치뿐만 아니라 ATX 훈련선이 있다. 나는 한국 해군의 차세대 구축함 KDDX의 요구사항을 충족시키기 위한 완전한 장비 보완과 함께 통합전기추진방식을 위한 통합된 GE 가스터빈 발전기를 제공하기 위해 GE 파워컨버전 사업부의 앤디 쿠퍼(Andy Cooper) 및 그의 팀과 협력하게 되어 기쁘다.”*

**마이크 레알리, Acting General Manager, GE Marine**

*“한국 해군은 현재 차세대 구축함인 KDDX의 하이브리드 또는 완전 전기 추진 옵션을 검토 중이다. 이 차세대 프로그램은 세계 해군이 함정에 충분한 전력을 공급하기 위해 전통화로 이동하는 추세에 주목하고 있다. 이 분*

야 글로벌 리더로서 GE는 저 위험의 해군 전력 드라이브 솔루션으로 검증된 여러 가지 실적 및 제품을 보유하고 있다. 예를 들어, 고객은 우리가 영국과 미국에서의 경험을 통해 검증한 모터, 드라이브, 발전기, 스위치 기어 및 전력 관리 솔루션을 포함한 다양한 제품을 선택할 수 있다. 따라서, GE는 GE Marine의 가스터빈과 더불어 잘 확립된 국내 파트너십과 협력하여, 모든 전력 및 추진 요구사항을 충족할 것이다."

앤디 쿠퍼, CEO of UK P&L, GE Power Conversion

### 3. GE 파워컨버전 사업부

GE 파워컨버전 사업부는, 에디슨이 1892년 설립한 이후 127년 이상 혁신을 선도해온 세계적인 하이테크 기업 GE의 전력변환사업 부문이다. GE는 특히 추진 분야에서 지난 100여년간 중요한 최초의 기술혁신을 여러 건 이루었는데 예를 들어, 1920년에는 세계 최초 선박용 하이브리드 전기추진시스템을 개발했으며, 1936년에는 제트엔진을 세계 최초로 시험한 바 있다.

이러한 기술혁신을 기반으로 오늘날 GE 파워컨버전 사업부는 에너지, 조선해양, 석유 및 가스, 광산업 등 주요 산업 전반에 걸쳐 폭넓은 전력변환 솔루션을 제공하고 있다.

GE 파워컨버전 사업부는 또한 시스템 통합(System Integration)에 있어서 차별화된 능력을 가지고 있으며 함정의 경우 단일 고성능 전력 네트워크를 통해 모든 함정의 추진과 임무에 소요되는 전력을 제공할 수 있는 강력한 마이크로 그리드를 만들어 낸다.

최근에는 영국 해군 역사상 가장 큰 함정인 퀸 엘리자베스급 항공모함에 통합전기추진장치를 공급하고 있으며, 현재 20MW급 추진용 첨단 유도 모터(AIM: Advanced Induction Machine) 4대, 총 추진용량 80MW를 탑재해 총 110MW의 전력으로 운용되고 있다.

### Trusted experience Extensive vessel references across GE's Marine Solutions



1990		<b>Type 23 Duke Class Frigate</b> 13 vessels CODLAG diesel electric
2002		<b>Wave Class Auxiliary Oiler</b> 2 vessels Power, propulsion and automation
2003		<b>Albion Class Landing Platform Dock</b> 2 vessels Full electric power & propulsion
2008		<b>Type 45 Daring Class Destroyer</b> 6 vessels IFEP, PIP, Extensive testing
2016		<b>Tide Class MARS Tanker</b> 4 vessels Hybrid PTO/PTI electric propulsion
2019		<b>QE Class Aircraft Carrier</b> 2 vessels IFEP, 80MW, Automation
2021		<b>Type 26 City Class Frigate</b> 3+5 vessels Hybrid electric propulsion <b>Global Combat Ship</b> export team

Powering and propelling **over 90%** of the UK Royal Navy and RFA fleet. (major vessels)

From the largest, highest powered vessels to the latest in fast fleet support.



Fig. 1 GE's Global Naval Capabilities especially UK Royal Navy Footprints.

## World leader in naval electric propulsion

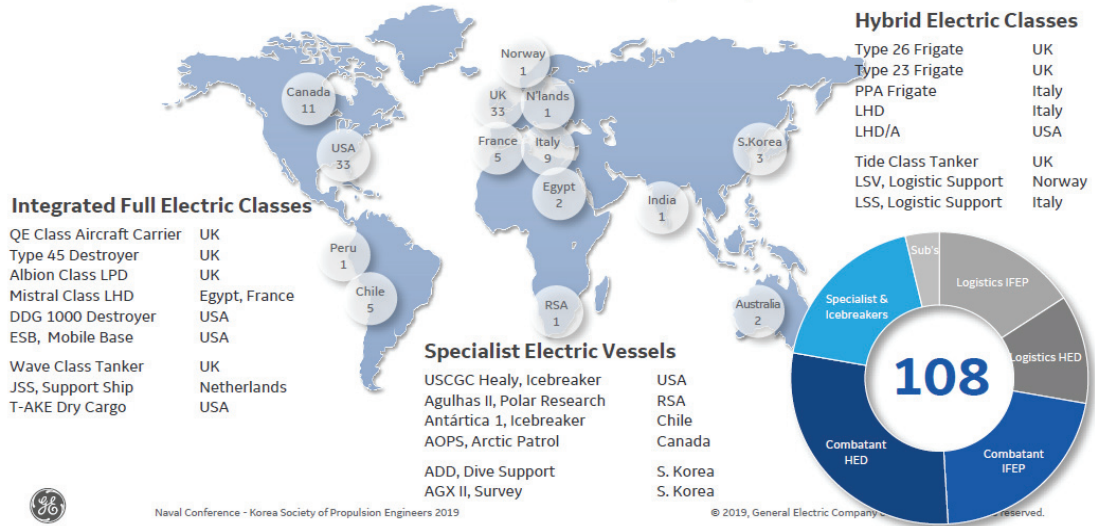


Fig. 2 GE Power Conversion's Naval Full Electric and Hybrid Electric Propulsion Global References.

영국 해군 전체로는 90%이상 주요 함정이 GE의 전기추진 솔루션을 채택하였다.

GE 파워컨버전 사업부의 경우 108척의 해군 및 특수선 관련 통합전기추진장치(IEP) 및 하이브리드 전기추진 시스템 공급실적을 가지고 있으며, 주요 실적은 Fig. 2와 같다.

#### 4. GE Marine, A GE Aviation Business

GE Marine은 6개의 가스터빈 제품군을 제공하며 4.6MW~52.7MW(ISO조건 기준) 사이에 있는 어떠한 요구사항도 만족할 수 있다. 각 엔진별 출력은 아래와 같다.

- LM500 (4.6MW)
- LM2500 Base (25.1MW)
- LM2500+ (30.2MW)
- LM2500+G4 (35.3MW)
- LM6000PC (46.1MW)
- LM6000PG (52.7MW)

GE Marine의 가스 터빈은 동급 최강의 전력 밀도를 향상시키는 내 충격성을 지닌 경량 복합 인클로저를 사용한다. 새로운 인클로저를 통해 기존 대비 무게를 50%(2,500 kg), 공기소음을 40%~60% 감소시키고 외부 벽의 온도를 화씨기준 25~50도 감소시키는 기술혁신을 이루어 냈다.

GE Marine은 가스터빈 발전기 세트 경험이 풍부하다. GE의 LM2500 해군용 가스터빈 발전기는 경쟁사 대비 높은 누적 운영 및 가동시간을 자랑한다. GE의 가스터빈 발전기 세트는 2010년부터 운용중인 스페인 및 호주해군의 후안 카를로스급 LHD 함정에서 운용되어 왔다. 또한, 베이스로드 및 피킹



Fig. 3 GE Marine's Aero-Derivative Marine Gas Turbines Line Up.

## Powering world naval surface fleets

GE gas turbines power 600 ships in 35 countries



LCS 2 Independence



French / Italian FREMM



Spanish F100



National Security Cutter

### Australia

- Air Warfare Destroyer
- LHD Amphibious

### France, Italy, Morocco and Egypt

- FREMM Frigate

### Germany

- F124 and F125 Frigate

### Italy

- PPA Light Frigate

### Japan

- DDGH and DDG Destroyers

### India

- P71 Aircraft Carrier
- P17 Frigate

### Norway

- Nansen Frigate

### South Korea

- KDX III Destroyer
- PKX Fast Patrol Boat
- FFX B1 Frigate

### Spain

- LHD Amphibious
- F100 Frigate

### Thailand

- DW3000F Frigate

### Turkey

- MILGEM Corvette

### United States

- LCS 2 Littoral Combat Ship
- DDG 51 Destroyer
- LHD 8, LHA 6-8 Amphibious
- National Security Cutter

**More than 1,450 delivered engines**

## GE fleet experience and nine international depot centers provide naval interoperability and support at sea or on land



Naval Conference - Korea Society of Propulsion Engineers 2019

© 2019, General Electric Company or its Affiliates. All rights reserved.

Fig. 4 GE Marine's Global Naval References.

애플리케이션에는 2,300개 이상의 산업용 LM2500 가스 터빈 발전기가 운용되고 있다.

한국 해군을 포함해 GE 가스터빈은 전 세계 35개국 해군에서 사용되고 있다. 특히 전세계 9개 거점을 통해 제공되는 GE만의 차별화된 서비스 공급능력은 육상 및 해상에서의 서비스 제공을 통해 해군 함정의 중단 없는 운용에 기여하고 있다. GE의 가스터빈은 최소한의 유지보수를 필요로 하며, 대부분의 작업이 가스터빈 제거 없이 현장에서 수행될 수 있도록 설계되었다.

한국 해군은 미 해군 다음으로 가장 많은 55척의 함정에 82대 이상의 가스 터빈을 운용하고 있어

GE와 오랜 협력관계를 맺고 있다. GE LM2500 가스 터빈은 대한민국 해군의 동해와 포항 초계함 (corvette), KDX구축함들과 FFX B-1호위함에 사용된다. GE의 전략적 파트너인 한화에어로스페이스는 한국에서 가스 터빈을 직접 조립하고 시험한다.

GE 가스 터빈은 기계식 추진, 하이브리드 전기 추진 및 통합전기추진장치를 포함한 다양한 구성에서 사용될 수 있다.

### 5. 함정전기추진시스템의 글로벌 트렌드

우리는 지난 수년 동안 해군 함정에 대한 전력 수요가 지속적으로 증가하는 것을 보아왔고, 이러한 추세는 앞으로도 계속될 것으로 보인다. 함정 추진 시스템은 점점 더 효율적이어야 하며, 임무를 지속 수행할 수 있도록 하여야 하겠지만, 또한 함정의 전 속도 범위에서 뛰어난 임무 수행능력을 보유하여야 한다. 이러한 변화를 통해 우리는 앞으로의 함정들이 지금보다 더 많은 것을 그리고 효율적으로 해내야 할 것이라고 예상할 수 있다. 또한 고 에너지를 사용하는 방어시스템, 전자전을 포함한 미래 임무 시스템은 향후 더 많은 전력을 필요로 하게 될 것이다.

이와 관련하여, 미 해군의 차기 구축함 요건에 관한 인터뷰에서 존 M 리처드슨 해군참모총장은 다음과 같이 언급한 바 있다.

*“함정의 전력 시스템 용량을 컴퓨터의 RAM 용량과 비교할 수 있다. 즉, 전력 시스템 용량을 필요한 것보다 더 많은 것을 준비하라고 충고하고자 하며, 왜냐하면 그것은 결코 충분하지 않을 것이기 때문이다.”*

최근 전기추진함정은 세계적으로 다음과 같은 방향으로 발전하고 있으며, 최근 건조된 선진해군들의 신형 구축함들은 통합전기추진방식을 채택하고 있다. 통합전기추진방식은 시스템 내에서의, 새로운 아키텍처, 통합 전력 관리 시스템 및 첨단 전자기기 등 증가하는 전력 수요에 대응할 수 있도록 한다.

- a) 전압레벨의 증가 추세 - 저압에서 고압으로의 변화
- b) 기존 및 지능형 에너지 관리와 더불어 고급 에너지원을 포함하기 시작한 솔루션
- c) 함정 전기추진 시스템은 개별 장비로 부더가 아닌 완전한 시스템으로서 능력을 전달
- d) 향후 증가 될 선내 부하에 대응하기 위한 추진부하와 함내부하의 통합
- e) 펄스 무기와 같은 순간적인 고용량의 충격 부하를 수용하기 위한 전기 추진 시스템을 활용한 전력 품질 유지

이러한 전기추진 함정의 임무목표 달성은 장비단위가 아닌 시스템 통합으로만 가능하며, GE는 함정용 통합전기추진 시스템의 통합능력 및 경험을 보유한 세계적으로 유일한 회사이다.

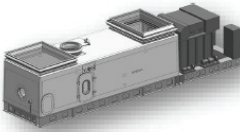
### 6. 해군 전기 추진 시스템의 두가지 유형

GE가 제공하는 해군 함정용 전기 추진 시스템은 하이브리드 전기추진(HED, Hybrid Electric Drive)과 통합전기추진장치(IEP, Integrated Electric Propulsion)의 두 가지 구성으로 분류할 수 있다. 하이브리드

## Full electric drive propulsion

### Satisfies need for large amount of electrical and propulsion power

Future weapons,  
radar and cooling



- Full electric motors and drives: US DDG 1000, UK Type 45, UK Queen Elizabeth
- Gas turbine generator sets: Spanish Juan Carlos, Australian Canberra LHD
- Generators: UK Type 45, UK Queen Elizabeth

- Naturally higher voltages
- Single system for large electrical power and propulsion need; replaces separate propulsion and ship service
  - Gas turbine generator sets
  - Large propulsion motors and drives
- Pulsed loads from weapons and radars
  - Inherent energy storage of gas turbine generator
  - GE hybrid energy storage module development



**GE is the only company that provides a full spectrum of gas turbine and hybrid electric drive solutions**

Fig. 5 Key Features of Naval Full Electric Drive Propulsion.

전기추진 시스템은 대 잠수함전(ASW, Anti-Submarine Warfare)에 중요한 우수한 소음 성능과 함께 저속에서의 효율적인 추진력을 제공한다. 하이브리드 전기추진 시스템은 만약 추진력의 일부를 전력으로 변환할 수 있는 기능을 갖추면 함내 소요전력 및 무기시스템을 위한 약간의 추가 전력을 제공할 수 있다. 다만 대부분의 경우, 하이브리드 전기추진 시스템은 추진 및 함내 부하용 발전이 구분되어 있다. 반대로, 통합전기추진장치는 추진이나 함내 부하 전력에 사용될 수 있는 전력을 동시에 생산한다. 이 구성은 레이저와 레일건, 레이더, 함정 냉각 등 첨단무기의 대량의 전력이 필요한 함정에 가장 효과적이다.

### 6.1 통합전기추진장치(IEP) 완전 전기 추진

해군 함정 중 전력 수요가 크고 추진부하와 함내부하를 통합해야 할 때 추진 장비(기계식)와 전력(가스터빈 또는 디젤 발전기를 통한) 전용 장비 보다 통합전기추진장치방식 전기추진 시스템을 사용한다. 이 유형은 함정의 장비 배치에 더욱 다양한 옵션을 제공하므로 설계에 대한 더 많은 유연성을 가질 수 있다.

현재 운용되고 있는 전 세계 해군의 모든 통합전기추진 방식 함정은 GE의 솔루션을 채택하고 있다. 필요 전력량이 증가함에 따라 전압도 증가하며 이를 통해 전류를 제한하게 된다. GE는 690V, 4160V, 6600V, 11kV 또는 13.8kV 등 특정 시스템 전압에 관계 없이 최적의 솔루션을 제공할 수 있는 전문성을 갖춘 유일한 회사이다.

영국 해군은 Type-45급 구축함과 퀸엘리자베스급 항공모함을 통해, 미 해군은 Zumwalt급 DDG 1000 구축함을 통해 최첨단의 통합전기추진장치 기술을 구축하고 운용한 경험이 있다.

통합전기추진장치(IEP)의 주요 이점은 다음과 같다:

- 통합전기추진장치(IEP)는 모든 속도 범위에서 효율적이므로 보다 넓은 속도 범위에서 상대적으로 적은 수명 유지 비용으로 운용이 가능하다.

# Hybrid electric drive

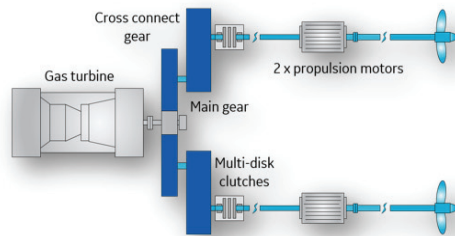
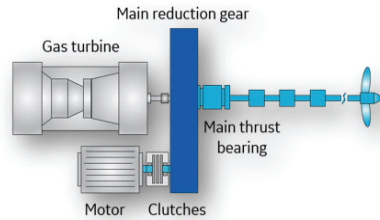
## Flexible configuration options



LHD 8: 3.7 MW geared hybrid electric



Hunter Class: proposed 3.4 MW shaft mounted hybrid electric  
Naval Conference - Korea Society of Propulsion Engineers 2019



© 2019, General Electric Company or its Affiliates. All rights reserved.

Fig. 6 Two Different Types of Naval Hybrid Propulsion System.

- b) 통합전기추진장치(IEP)는 구동부가 적은 매우 간단한 기계 시스템으로 구성되며, 유지 보수 부분이 적어 사후 관리에 용이하다.
- c) 통합전기추진장치(IEP)는 매우 유연한 설계를 통해 전투 피해를 최소화 할 수 있다. 즉, 대 용량의 단일 대형 엔진에 의존하지 않는다.
- d) 통합전기추진장치(IEP)는 이미 검증된 미래의 솔루션이며, 향후 함정에 탑재가 예상되는 모든 기기(대용량 센서, DEW, Direct Energy Weapon 등)에 대응하여 큰 가용 전력을 제공한다.

### 6.2 하이브리드 전기추진

하이브리드 전기 추진은 추진 모터(기어박스 또는 샤프트)의 위치에 따라 두가지 유형으로 나눌 수 있다:

- 기어 박스 장착형: 고효율을 위한 고속 소형; 예: 미 해군 LHD 8, LHA
- 샤프트 장착형: 대 잠수함전(ASW)에 사용되는 저속 대형; 예: 영국 해군 Type 26, Type 23

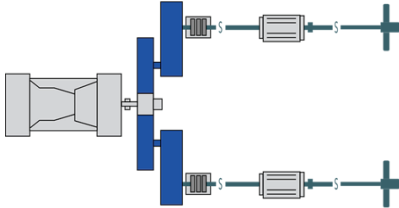
샤프트 장착형의 경우 Fig. 7과 같이 CODLOG 또는 CODLAG으로 구성하는 것이 일반적이다.



## Hybrid electric drive propulsion

### CODLOG or CODLAG

GE gas turbine matched with electric motor and drive



- Geared motor: U.S. Navy LHD / LHA
- Shaft mounted: UK Type 26

- Good fuel economy and best noise performance
- Power take-off capable for weapons, sensors and ship service
- Requires larger generator sets
- Gear or shaft mounted motors
  - Gear mounted – higher speed so smaller
  - Shaft mounted – lower speed so larger; best noise performance

**GE is the only company that provides a full spectrum of gas turbine and hybrid electric drive solutions**



Fig. 7 Key Features of Naval Hybrid Electric Propulsion.

### 7. 해군 함정의 전력 및 추진 시스템 통합의 기능

통합전기추진 방식은 추진 및 전력 시스템에 많은 양질의 전력을 생산하고 안전하게 공급해야 한다. 그러므로 개별장비의 설계는 물론, 통합 및 시험, 전체 시스템으로서의 운용등이 함정의 성공적인 운용을 위해 매우 중요하다. GE는 고부가가치 서비스와 지원 경험을 바탕으로 조선소 및 전 세계 해군을 지원할 수 있는 독보적인 위치에 있다. GE는 대량의 통합전기추진시스템, 광범위한 제어, 전력 제어 및 시스템 통합 설계 경험을 진행할 수 있는 세계적인 수준의 자체 시험 설비를 갖추고 있으므로 이러한 통합 서비스를 원활하게 수행해 낼 수 있다.

MPTF는 영국 웨트톤(Whetstone)에 위치한 GE파워컨버전의 전기추진 함정 육상 테스트 시설이다. 전체 면적은 약 2만 제곱 미터이고, 건물 면적은 약 2천 5백 제곱 미터에 달한다. 본 시설은 특수목적 용으로 민간기업이 운용중인 유일한 설비이며, 고 성능 및 고 복잡도 전기추진시스템의 검증을 수행하고 있으며 수상 및 수중 추진에 대한 동시 대응은 물론, 단위 시스템 및 풀 스케일의 시험이 가능하다.

GE파워컨버전은 1999년 시설 설립 이후, 지속적인 운용 및 업그레이드를 진행하고 있으며, 신기술 개발 검증 용도로도 사용 중이다. 아울러 해군 승조원 요원에 대한 교육도 함께 진행하고 있다.

MPTF는 1999년 영국 국방부 프로젝트로 시작되었다. 당시 국방부는 통합전기추진장치(IEP) 솔루션을 전투함에 처음 탑재했을 때의 위험을 최소화하기 위해 사전 기술 검증을 원했다. 따라서, 영국 정부는 프랑스 정부와 공동 기금으로 MPTF를 건설하고, Type 45 완전 전기추진 시스템의 절반 크기의 동일한 시스템을 육상에 설치 및 시험했다. 특히 실제 해상 상태를 육상에서 모사할 수 있는 4-quadrant 시험이 가능하다. 다시 말하면, 해상 시운전이 육상에서 가능하다는 것이다. 현재 장비 용량은 발전기의 경우 최대 30MW, 추진 모터의 경우 20MW까지 가능하며, 필요한 시험에 따라 유연하

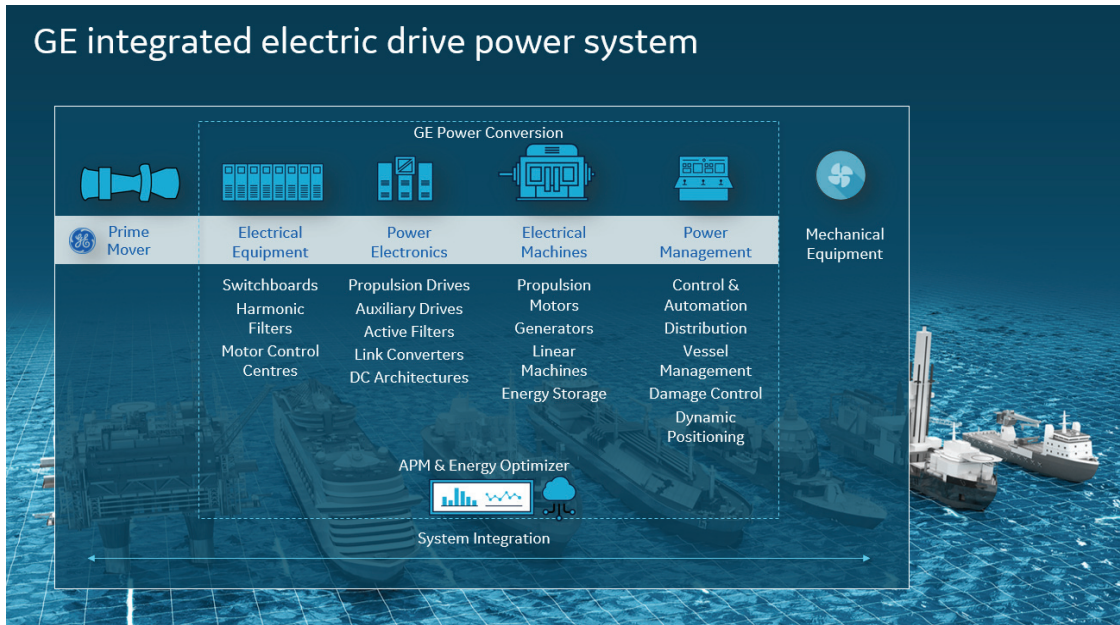


Fig. 8 GE’s Integrated Electric Drive Power System.

## Value to Customers

### Programme de-risking

Early phase evaluation (and changes if required).

Evaluation of different options and configurations against different performance parameters, including endurance.

Bring together equipment from different providers.

Reduce cost, time and risk of sea-trials.

### Innovation

Key enabler in developing & de-risking today’s electric ships.

Critical to many NPI programmes.

Enables innovative products and systems to be tested off-platform.

### Programmes 2000-2018



Offshore support vessels  
LV systems



Offshore drilling  
DC systems



QE Class Aircraft Carrier  
T45 Destroyer  
LPD Albion Class  
RFA Wave Class  
RFA Tide Class  
T26 Frigates  
Norwegian LSV  
PPA Italian Frigates  
Future Submarine



Energy Storage  
Pulsed Power  
Future Propulsion Motor  
HF Converters  
DC Architecture

**Customer cost and schedule over-run mitigation. Lower risk innovation & tech insertion.**



Fig. 9 Values to the customer using Land Based Propulsion System Test Bench.

게 대응이 가능하다.

이와 같은 설비를 활용한 De-Risking 프로세스를 통해 다음과 같은 이점을 얻을 수 있다.

- 프로젝트 초기 단계에서 검증을 통한 개선 사항을 반영할 수 있다. 특히, 본선에서는 진행하기 어려운 파라미터 변경 테스트, 내구성 테스트는 물론, 다양한 옵션의 검증과 시도도 가능하다.

- b) 이 설비에 연결된 장비는 꼭 GE가 공급하는 장비일 필요는 없으며 다른 장비 공급 업체에 의해서도 제공될 수 있다. 궁극적으로 총 비용을 최소화하고 해상에서의 시험 기간과 위험을 줄일 수 있다. GE는 2000년 이후로 각종 프로젝트를 사전 검증해왔으며, 현재 운용중인 통합전기추진 및 하이브리드 전기추진 시스템을 검증할 수 있었다.
- c) GE 파워컨버전은 현재 혁신적인 기술의 사전 검증을 위해 이 설비를 사용한다. 최근에는 ESS(에너지 저장 장치) 및 DC 아키텍처에 대해 새로운 차원의 검증을 실시하여 시장에 출시했다.

### 8. 한국 해군의 차세대 구축함(KDDX)에 대한 GE 추진 시스템 제안

GE는 한국 해군의 추진 및 전력시스템 선택 결정(통합전기추진 또는 하이브리드 전기 추진)을 최대한 지원할 것이다. GE는 영국 해군의 Type 45형 통합전기추진체계가 차세대 구축함(KDDX)의 요건에 가장 적합한 시스템이라고 생각한다. 간단히 설명하면, GE의 4160V 배전시스템은 GE의 첨단 유도 모터(AIM, Advanced Induction Machine) 2대와 기 검증된 GE LM2500+ (26.3MW) 또는 LM2500+G4 (30.3MW) 가스터빈 발전기 세트가 적용될 수 있다.

GE Marine은 한화에어로스페이스의 파트너사로서 한국과 관련한 광범위한 경험을 쌓고 있다. 한화에어로스페이스는 GE와 가스터빈 동반제조사로서 계약을 지속적으로 유지할 것이며, 나아가 KDDX 추진 시스템 연구에 의해 결정된 전기 장비에 대한 공동 생산 계획을 개발하는데 전념하고 있다.

또한, 추가 전력 생산과 운용상의 유연성이 요구되지 않는다면, GE는 하이브리드 전기 추진시스템을 다른 실현가능한 대안으로 제안한다. 이 경우, 추진시스템은 2대의 추진용 가스터빈을 사용하며, 이

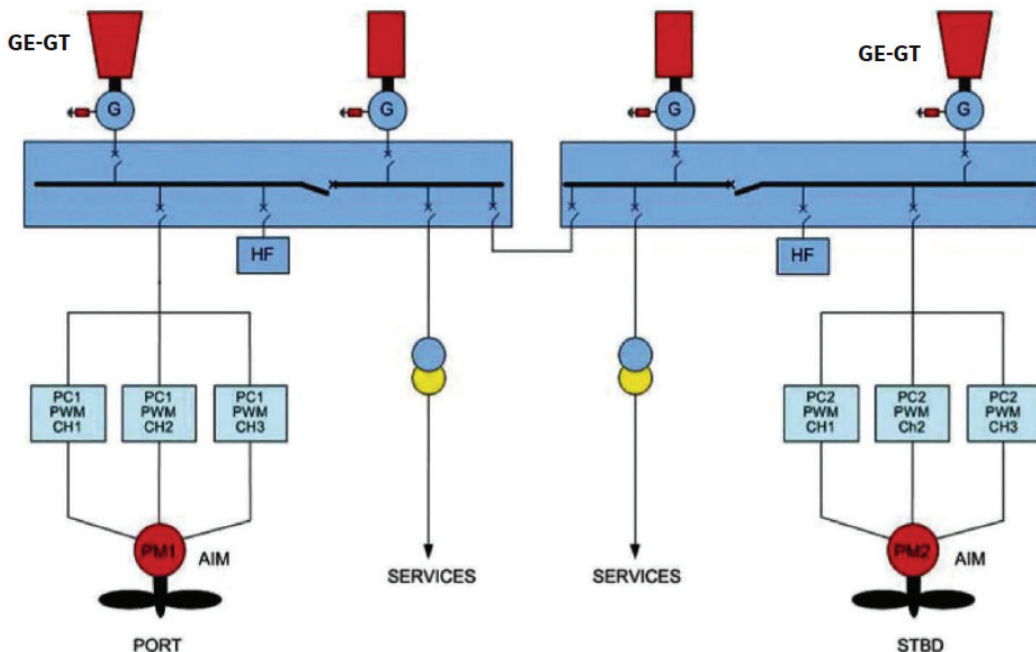


Fig. 10 Proposed Full Electric Drive Key Diagram for ROKN KDDX Program.

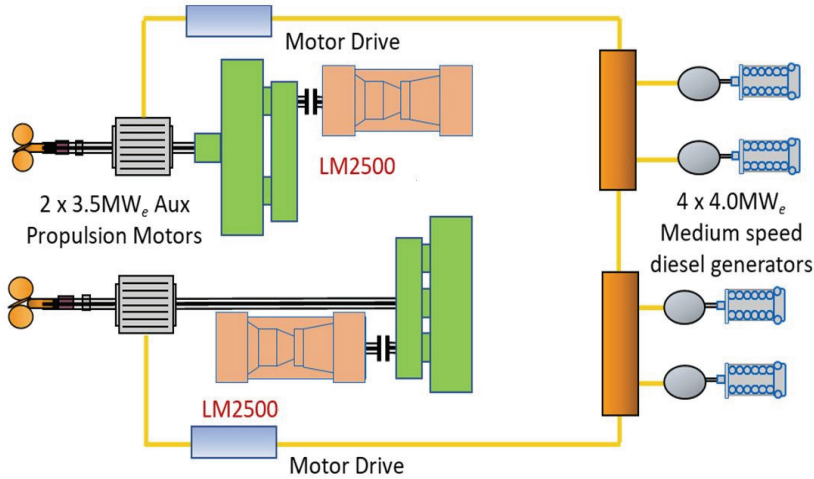


Fig. 11 Proposed Hybrid Electric Drive Key Diagram for ROKN KDDX Program.

는 이중화가 필요한 구축함에서의 일반적인 구성이다.

추진모터는 샤프트 구동 방식이며 현재 영국 해군이 Type-26 함정에 적용한 대잠작전에 적합한 저소음 모터가 적용될 수 있다.

### 9. 결 론

함정의 추진과 전력 생산은 통합 전기 추진 시스템에 매우 중요한 부분이다. 그러므로 검증된 장비, 시스템 통합 그리고 관련장비의 테스트가 매우 중요하다. GE는 검증된 해군 전기 추진 장비(모터, 드라이브, 제어 시스템, 자동화 시스템, 발전기 및 가스터빈까지) 를 모두 공급하는 유일한 업체이다. 이보다 더 중요한 것은 GE가 그 동안 이루어낸 수많은 전력 및 추진장비의 통합 시스템 구축의 성공적인 경험이며 이는 타사와 비교가 불가하다.

한국해군은 곧 KDDX를 통해 새로운 함정 프로그램에 착수하게 된다. GE는 선진해군을 통해 검증된 시스템을 기반으로 해군의 추진 및 전력 요구사항에 적합한 최적의 솔루션을 제공할 것이다. 대한민국과 오랜 기간 함께 걸어온 GE의 추진시스템 설계와 제작 기술을 바탕으로, 가장 우수한 차세대 구축함의 전기추진 시스템개발을 함께하길 기대한다.