

# Application 전용 LV Drive 개발 현황

김정환, 이은우, 전미림, 주재연, 윤홍민, 박철현, 이상준  
LS산전

## Development Status of LV Drive for Application

Jung-Han Kim, Eun-Woo Lee, Mi-Rim Jeon, Jae-Yeon Ju, Hong-Min Yun,  
Cheol-Hyun Park, Sang-Joon Lee  
LS Industrial System Co., Ltd

### ABSTRACT

본 논문은 고객 가치를 극대화한 솔루션 전용화를 통해 전략시장을 집중 공략하고, 제품 진입 영역 확대 및 고부가가치 시장 창출을 주도한 LS산전의 Application 전용 저압 드라이브 개발 현황에 관한 것이다. 다양한 지역별 & Application별 목표 시장 공략을 위해 대응한 사례인 북미 오일 Pump Jack, 북미 항 Hoist, 인도 직물 공장, 중동 엘리베이터, 국내 PVC 장판 생산용 Winder 시장 등의 분야에서 전용화 한 사례들에 대한 전반적인 내용을 설명한다. 이와 같은 글로벌 Application 분야를 발굴하여 신 성장 동력을 창출하고, 고부가가치를 고객별로 맞춤형 최적 Solution 적용하여 LS산전의 드라이브 시장에서 경쟁력과 시장 점유율을 증대하고자 한 사항을 확인 해 볼 수 있다.

### 1. 서론

B2B(Business to Business)시장의 저압 드라이브사업에서 다양한 전략시장의 지역별 목표 시장 공략용 범용 제품의 기능별/제품별로 복잡한 고객의 요구사항을 Customizing할 필요가 있다. 국내 및 Global 사업 활성화를 위한 전략시장 전용화로 시장을 확대하고 Reference 확보가 필요하다. 이를 위해서는 다양한 Positioning의 드라이브 제품 군에 대한 전용화 대응, 국내외 클레임 해결지원, 양산 제품의 버전업을 수행하고 있다. 궁극적인 목적은 고객의 가치를 실현하는데 있고 고객의 가치를 충족하기 위한 것으로 제품차별화와 편의성 기능을 요구된다. 고객의 이윤을 극대화 하도록 추가적인 비용이 없이 S/W적으로 전용화로 대응하면서 고객의 비용을 줄일 수 있는 방안을 제시하고 빠른 기술대응으로 편의성을 증대하는 방안으로 접근하고 있다. 거래선이 기술 및 사양에 대한 이해도가 높고 자사 제품에 대한 충성도가 높을 경우 파트너 관계로 상생 생태계도 형성하여 고객의 고객을 위한 전용화된 제품으로 대응도 하고 있다. 매년 다수의 전용화 드라이브 대응으로 단기 매출 확대목표를 달성하고 있으며 '18년에는 전용화 지원 약 35건과, 연계 매출기준 약 100억 이상 목표를 달성하였고 그 목표는 시장 상황을 고려하여 계획하고 있다. 해당 적용 개발 현황을 예를 들어 나타내면 아래와 같다. 북미 Pump Jack 부하에서는 제동저항을 사용하지 않고 회생회피 기능을 역행, 회생 반복하는 부하에 맞게 전용화하여 고객 TCO절감을 이룬 사례를 확인할 수 있다. 그리고 Hoist 부하의 권상, 권하시 20개의 특화된 요청 기능을 고객의 사양에 맞게 전용화 하였으며 대표적으로 Auto Torque

Boost기능 이용 기동 성능을 확보하고 무 부하 고속 기능 등으로 고객 편의성을 높이도록 대응한 사례를 확인해 볼 수 있다. 또한 인도 Textile전용화로 PLC등 상위제어를 사용하지 않고 고객이 원하는 값을 입력했을 때 복잡한 Logic을 User Sequence 기능으로 Textile 운전 시퀀스를 제공하는 전용화로써 고객 TCO절감을 이룬 사례도 확인할 수 있다. 중동 경제 형 엘리베이터의 승차감 및 층간 위치 오차 개선 및 비상운전 시 대응 사항도 소개한다. 마지막으로 국내 H사 현장에서 센서리스 벡터제어의 저속 운전 성능 향상을 이룬 사례를 확인해 볼 수 있다.

### 2. 본 문

첫 번째로 그림1의 북미 Pump Jack은 유전장비로 오일을 생산하는 장비다. 모터가 회전하면 감속기와 벨트를 통해서 크랭크 축으로 회전력을 전달하여 왕복운동으로서 오일을 끌어올린다. 크랭크가 회전하면 크랭크의 끝을 따라 Pitman Arm이 움직이고 Walking Beam의 중앙부는 고정되어 있어서 양끝이 위아래로 왕복 동작을 한다. 주기적으로 반복되는 동작을 하며, 현장의 Pump Jack의 경우 한 주기는 약10초 정도이다. 한 주기에서 일부분은 회생운전을 하므로, 회생 회피 기능을 사용하거나 컨버터 또는 제동 저항을 사용하여 과전압 보호동작을 막아주어야 한다. 본 전용화는 별도 DB제동저항 없이 회생회피 기능을 통해 운전 가능하도록 전용화 개발 사항을 전달 받았다.

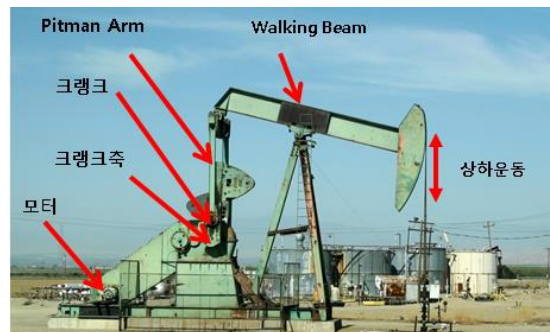


그림 1. 북미 Pump Jack 장비 설치 현장

회생회피 기능 대응 방식은 유도기 센서리스 벡터제어의 토크 전류를 조정하여 회생 운전이 되지 않도록 구현 하였다. [1] Pump Jack은 한 주기에 권상 운전 한번, 권하 운전 한번으로 직선 왕복운전 할 때 역행운전 2번, 회생운전 2번이 발생한다. 회생에너지는 속도와 토크의 곱으로 나타낼 수 있어 속도를

양수로 가정하면 토크를 음수 값이 되지 않도록 제어를 해주면 된다. 제어기는 산업계에 널리 사용되는 일반적인 PI제어기로 되어 있고 제어기의 출력은 본래의 주파수 지령에 보상 주파수로 더해져서 최종 주파수를 계산한다. 즉 아래 그림2의 제어기를 통해서 회생이 발생하는 사항으로 설정한 전류보다 작거나 커지는 조건이 되면, 주파수를 증가하거나 감소함으로써 가속 또는 감속 기울기가 커지게 되고 토크 전류를 원하는 범위로 제어할 수 있다.

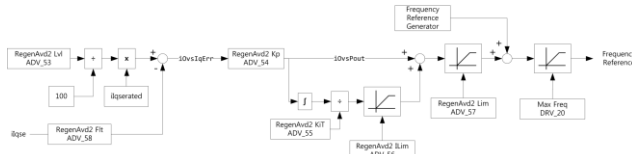


그림 2. 전용회 회생회피 관련 기능 블록도

그림3의 파형과 같이 전용회 회생회피 기능을 구현 후 회생 운전으로 인한 Ch5의 DC링크 전압 상승이 억제 됨을 확인할 수 있다. 이로 인해 DB저항 Unit 없이 인버터를 납품하여 고객 TCO절감을 달성하여 고객을 만족을 이루었다.

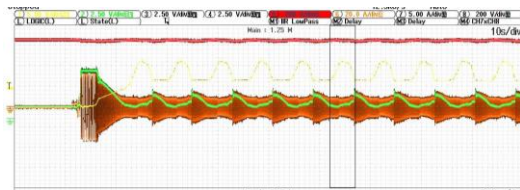


그림 3. 실험파형(Ch1: Output Freq. , Ch2: 토크분 전류, Ch5: DC링크전압, Ch6: U상전류)

두 번째로 북미 항 일본 Hoist 업체 전용회 대응 사례를 소개한다. Hoist는 무거운 물체를 상하 및 좌우로 옮기는 장비로 RY타입(로프 형) Hoist 전용기능 약 20가지를 일본 내 품질 부서를 통해 검증을 완료하였으며, 기종 확대를 논의를 진행하고 있다. 그림4는 Test현장 사진으로 주요 기능 중 하나로 과부하 운전(125%)시 권상, 권하 시 운전속도범위와 기동성능 향상을 만족하기를 원하였다. 권상, 권하 시 원하는 속도를 만족하기 위한 슬립보상제어와 기동 성능 향상을 위한 Auto Torque Boost 기능[2]으로 대응하였고 운전 스위치를 빠른 속도로 On Off 시켜 내려오지 않는 Test인 혼동 운전 테스트도 타이밍 시점을 변경하여 전용화로 대응하였다. 또한 H/W변경사항도 진행하였는데 제어박스에 드라이브 제품이 들어가도록 H/W 크기를 줄이는 방안과 충격에 더 강한한 재질로 변경하고 온도도 견딜 수 있도록 검증 후 대응하였다.

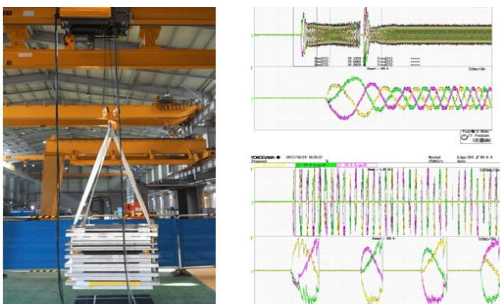


그림 4. Hoist 부하 Test 현장 사진 및 실험파형(Ch1(U상전류), Ch2(V상전류), Ch3(W상전류))

세 번째로 인도 Textile전용회 사항으로 상위제어기 없이 고객이 원하는 스텝 별 가 감속 시간과 다 단속 주파수를 구현하였다. 자사 제품의 유저시퀀스 기능을 그림5와 같이 구성하고 Parameter 입력 시 결과치가 자동 연산 및 운전 반영되도록 Logic도 구성하였다. 이는 신흥 경제성장 국가인 인도의 PC사용이 미숙한 현장 작업자가 쉽게 조작 가능하도록 편의성을 제공 하도록 하였으며, 상위제어기를 사용하지 않아 고객TCO절감을 이뤄 Textile시장 대응할 수 있었으며 향후 동일한 Textile Machine 전용회에 확대 전개도 가능하다.

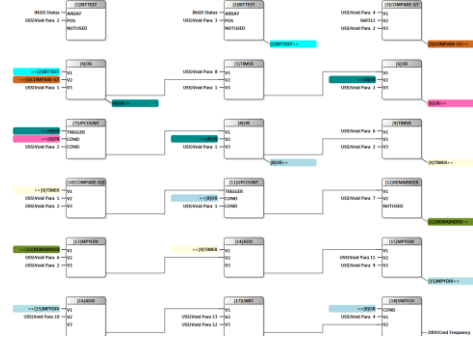


그림5. User Sequence기능 Logic 구현사항

아래 그림6은 User Sequence를 이용한 Textile운전 시퀀스의 Power On시 모터 즉시 재 기동을 방지하는 기능도 추가하여 간단한 시퀀스는 PLC 없이 인버터에서 수행하는 Textile 전용회 운전 시퀀스로 사용자의 안전성도 확보하였다.

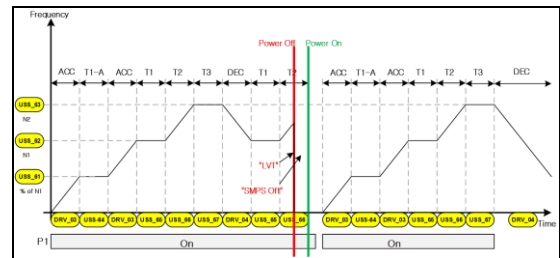


그림 6. 인도 Textile전용회 운전 시퀀스

네 번째인 그림7처럼 자사제품이 적용된 중동 Open loop Elevator 전용회 적용 사례를 소개한다. 신규 슬립보상운전, 오토토크 부스트, 정전 시 비상운전 및 브레이크 기능 등 총 15개 기능추가 전용화로 경제 형 엘리베이터 특화 전용회를 이뤄 중동(이란, 사우디, 레바논)시장에 적용하고 있다.

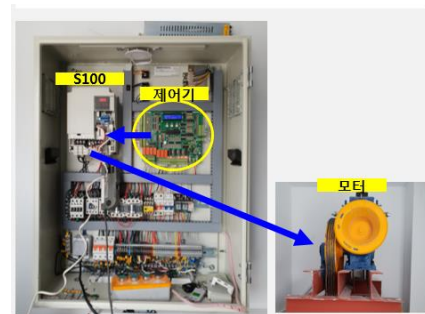


그림 7. 중동 엘리베이터 제어 패널 구성

그림8은 주요 요구 사항을 그림으로 나타내었다. 정지 시 카

위치를 정확히 일치시키는 기능으로 슬립보상 운전 기능[3]을 추가하여 정지 시 위치 오차를 줄일 수 있었다. 또한 권상 일 때 높은 기동토크유지하기 위해서 Auto Torque Boost 기능을 추가하였다. [2] 그리고 최근 정전 시 비상운전 기능이 필수로 필요하여 비상운전 기능인 ARD(Automatic Rescue Device) 기능을 추가하여 부하가 적은 층으로 이동하는 전용화를 구현하였다. 정지 시 카 위치를 정확히 일치시키는 기능은 부하에 따른 운전 속도를 보정하여 위치오차를 최소화 하도록 전압지령과 전류 정보로부터 Flux 추정기를 이용 위치각을 찾아 슬립을 연산 추정하여 보상하는 슬립보상 운전 기능으로 알고리즘을 변경하여 전용화로 대응하였다.

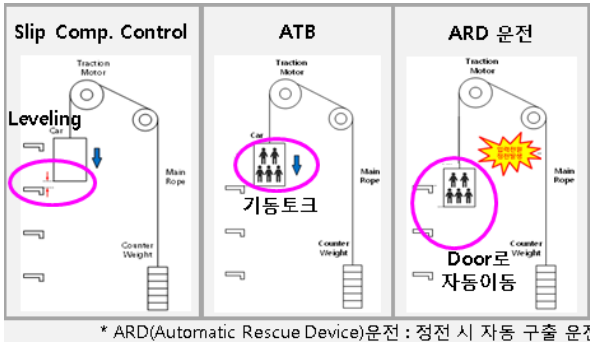


그림 8. 중동 엘리베이터 주요 전용화 기능

마지막으로 그림9에 나타난 국내 PVC 장관 생산업체인 국내 H사 공장에서 무늬를 입히고 남은 필름을 감는 Winder 설비에 대응한 사례를 소개한다. 자사 제품의 센서리스 토크모드 저속/저 토크 운전이 불안정, 초기 기동이 어려운 점, 작업 중 헌팅 등 클레임 사항이 발생하여 자사 제품 센서리스 토크모드 저 토크 영역에서 여자 전류를 변경하여 제어하는 방식[4]으로 대응하였다. 토크를 일정하게 유지하기 위해 d축 전류 변화에 따라 q축 전류의 크기도 변화 시킨다. 토크가 일정할 때 d축 전류를 줄이는 경우, 상대적으로 슬립 주파수가 증가한다. 때문에 속도 관측기에 인가되는 전압과 전류의 주파수가 증가하여 저속 영역에서도 운전이 더 안정화 될 수 있었으며 실제 현장에서 안정적으로 테스트를 완료하여 고객 만족하는 대응을 이뤄 냈다.



그림 9. PVC장판 생산업체 Winder 전용화 대응 현장사진

### 3. 결 론

본문에서 저압 드라이브 제품 전용화를 통해 단기 매출을 창출과 핵심기술 적용 사례 중 일부를 예로 들어 설명하였다.

고객이 요구하는 다양하고 복잡한 Needs를 단기 전용화로 대응하여 충족 시켜주고 필요에 따라 성능향상을 이뤄 고객 대응 Speed up과 성능 향상으로 자사에 대한 신뢰도를 높이는 사례를 볼 수 있었다. 더불어 국내 및 해외 전략시장에 대응할 수 있는 주요 기술도 전용화 대응을 하면서 확보할 수 있었으며 작년 기준 드라이브 시장에서 전용화로 약 100억 매출 달성에 기여하였고 앞으로도 파생 매출도 기대할 수 있다. 실제 다양한 현장에서 고객의 복잡한 요구사항을 분석하여 자사의 내재된 기술을 전용화하여 개선된 결과를 얻을 수 있어 제품 경쟁력을 향상 시켰다.

### 참 고 문 헌

- [1] 내부 보고자료(Pump Jack용 전용화 회생회피 기능)
- [2] 최승철, 유안노, 홍찬욱, 이정준, “고압 인버터를 이용한 기동토크 향상 기법에 대한 연구” 전력전자학술대회 논문집, 2015
- [3] M. Tsuji and etc., “A Novel V/f Control of Induction Motors for Wide and Precise Speed Operation”, SPEEDAM 2008, June, 2008, pp.1130-1135.
- [4] 전미림, 이은우, 이학준, 김정빈, “여자 전류 제어를 이용한 유도 전동기 센서리스 토크 제어” 전력전자학술대회 논문집, 2016