

## 소형STS(Source Transfer Switch)를 이용한 UPS출력의 이중화

황 동 주  
(주)이티링크

### Duplex configuration of UPS output using small-sized STS(Source Transfer Switch)

Dong-Joo Hwang

**Abstract:** Stabilization of electric power is the most important thing in such place as computing center having business critical equipment. However, ability to cope with electrical quality shift and power failure is very weak from UPS output side to load in those electricity system, though UPS is generally used for power stabilization. This problem can be solved by duplication of power source using newly configured UPS and small sized transfer switch even in case of UPS failure.

**key Word:** STS, UPS, Inverter, Converter, ATS, CTTS, IGBT, SBS

#### 1. 서 문

오늘날 전산센터나 기타 중요 부하를 사용하는 곳에서는 전원의 안정화가 가장 중요한 요소 중 하나를 차지한다. 전원의 안정화를 위해서는 상용전원(한전)의 공급안정이 가장 필수 요건이지만 수용가 내 전력계통에서의 Back-up System 또한 중요하다.

전원Back-up System은 발전기, UPS등 예비전원 개념의 전력 공급원뿐만 아니라 상용전원과 예비전원과의 절체, "A" 예비전원과 "B" 예비전원과의 절체를 하는 Transfer Switch도 포함된다. 즉, 두개의 다른 전원(Power)요소 간에 전기적인 부하를 수동 또는 자동으로 전환시켜 주는 장치를 말한다.

이러한 Transfer switch(절체스위치)의 역사는 100여년에 이르며, 최초의 Transfer Switch는 상용전원과 발전전원 사이에서 자동으로 절체되어 부하측으로 전원을 공급하는 "ATS(Automatic Transfer Switch)"라는 절체스위치이다.

Transfer Switch는 이렇게 부하측에 상용전원 또는 발전전원을 절체동작을 통해 공급하는 기능을 가지고 있으며, 오늘날에 이르러 점차 기능의 다양화, 세분화 되어 여러 가지 형태의 절체 스위치로 발전해 오고 있다. 일반적인 절체스위치로 불리는 ATS 및 ATS와 유사한 개념이나 무정전 절체가 가능한 CTTS등은 대부분 상전전원과 발전기의 출력전원 사이에 설치, 운용하며 STS라 불리는 절체스위치는 Source Transfer Switch와 Static Transfer Switch로 구분되어 주로 UPS출력측에 설치되어 사용되고 있다.

전산 및 방송설비 등 정전이나 순간적인 전원변동에 대

하여 극히 민감하게 반응하는 장비들은 대부분 UPS를 전원으로 사용하여 정전압/정주파수의 안정된 전원공급을 목적으로 하고 있지만 UPS자체도 매우 복잡한 구조의 전력소자로 구성되어 있어 전원장으로부터 자유롭지 못한 실정이다. 그리고 UPS는 일정기간마다 Maintenance 및 대략10여년 마다 교체주기를 가지므로 궁극적으로 전원의 안정적/항구적 사용이 제한될 수 밖에 없다.

이러한 문제로 인해 UPS를 단독Single운전에서 복수(複數)의 UPS를 병렬운전 또는 개별적 다수 운전방식으로 전환해 나가고 있는 추세이다.

복수(複數)의 UPS 병렬운전시 나타나는 문제점(장애요소 증가)으로 인해 UPS의 정전압/정주파수 공급능력과 STS의 무정전 절체기능을 조합한 전원2중화 System이 새로운 대안으로 제시되고 있다.

자세한 내용은 각각의 절체스위치(Transfer Switch) 종류와 특성, UPS특성과 복수(複數)의 UPS사용시 System 구성, 이에 대한 장/단점, STS(Source Transfer Switch 및 Static Transfer Switch)와의 혼합구성 예 등에 대해 기술토록 한다.

#### 2. 용어의 정의

##### 2-1.UPS

UPS(Uninterruptible Power Supply)는 순간의 정전 또는 전압의 변동을 허용할 수 없는 중요 전산부하에 사용되며, 상전의 정전으로 인해 부하측 전원이 차단, 또는 전압의 변동이 일어나지 않도록 극히 짧은 시간 내에 준비된 전원(축전지)으로 양질(정전압, 정주파수)의 전력을 공급하는 장비이다.

##### 2-2.컨버터(Converter)

교류전원을 직류전원으로 변환하는 부분으로 입력전원의 교류를 반도체(SCR, Diode)로 정류하여 축전지(Battery)를 충전하는 동시에 인버터부에 전원을 공급한다.



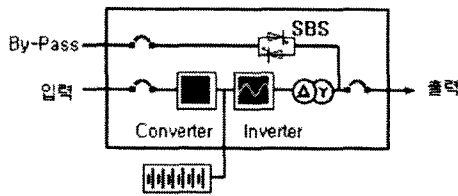
### 2-3.인버터(Inverter)

직류전원을 교류전원으로 변화하는 과정부분, 역변환부 라고도 한다. 축전지(Battery)의 직류전원을 반도체소자 (Transistor, IGBT, FET등의 소자)로 변환하여 교류전원으로 만든다.



### 2-4.StaticBy-PassSwitch(S.B.S)

UPS 인버터 고장등으로 인해 Inverting되어진 정전압/정주파수의 전원공급이 불가능 할 경우 상전(Utility Power)으로의 전환, 또는 반대의 경우에 전환하는 과정에서 출력의 순간 현상이 없도록 반도체소자를 Switch로 사용한다.  
주로 SCR등을 사용한다.



### 2-5.IGBT(InsulatedGateBipolarTransistor)

입력부(Gate)의 임피던스가 FET와 마찬가지로 무한대에 가깝고 출력 C-E간은 Transistor의 특성을 갖는 전력용 반도체 소자이다.  
현재 인버터 등에 가장 많이 사용되는 소자이며 드라이브 또한 간단하게 구동이 가능하므로 개발하는 입장에서는 사용하기 편한 반도체소자라고 볼 수 있다.

- 장점 - 회로 구성할때..조립하기가 쉽다.  
스위칭 속도가 빨라 무소음이다.
- 단점 - 내량이 SCR보다 약하여 손실성이 높다.  
대용량으로 사용하기에는 개발된 용량이 작다.  
제어하기가 어렵다.(Noise 에 약하다.)

### 2-6.동기전체(Synchronize Transition)

인버터의 고장이나 임의 조작에 의해 상전전원으로 절체하는 경우에 서로의 동기(위상차)를 맞추어야만 절체용 반도체 및 부하에 무리가 가지 않으며 절체를 할 수가 있다.

### 2-7.Back-up시간

정전이 되어 BATTERY를 사용하여 정전 보상하는 시간을 말한다. 일반적인 시간은 10분, 30분, 1시간, 5시간, 8시간 등이 있으며 이외는 주문이나 사용자에게 따라 세분화하거나 시간 연장을 할 경우도 있다.

### 2-8.STS(StaticTransferSwitch)

정지형 반도체소자 절체스위치이며, 사이리스터, 트래이악 등 반도체 소자를 이용하여 절체되는 Switch를 말한다.  
3상 대용량으로 양 전원 간에 위상(Phase)이 맞아야 절체가 된다.

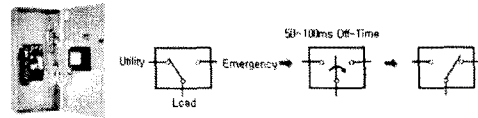
### 2-9.STS(SourceTransferSwitch)

릴레이(Relay) 강제절체를 이용하며 단상, 소용량(5KVA 이하)으로 제작이되며 양전원간에 위상(Phase)이 맞지 않아도 된다.

## 3. 절체스위치(Transfer Switch)의 종류 및 특성

### 3-1.ATS(Automatic TransferSwitch)

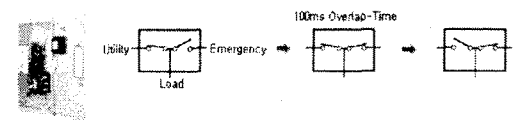
일반적인 전력계통에서 상전전원(Utility Power)과 비상전원(Emergency Power)사이에서 설치되며 기계적인 절체 동작을 하여 절체 동작 시 부하측에 대략 50~100ms의 순간현상이 있다.



이와같은 ATS System은 절체시 순간현상이 있으므로 UPS출력측에 설치하는 것은 바람직하지 않다.

### 3-2.CTTS(ClosedTransition TransferSwitch)

일반적인 ATS와 같은 개념이나 절체시 폐쇄형으로 동작하므로 부하측에 순간현상이 없다.  
상전과 비상전원 모두가 살아있는 조건이며 어느 한쪽전원이 정전이면 일반 ATS처럼 개방형 절체를 한다.  
동작메커니즘은 양전원이 활성상태에서 전압과 주파수, 위상이 기준오차 미만으로 부합되는 순간에 100ms 동안 병렬운전(先투입/後차단)을 통하여 부하측에 전원을 공급하는 방식이다.



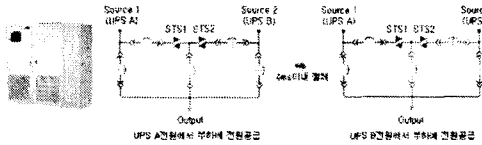
이와 같은 CTTS System은 절체시 순간현상은 없으나 전원이 활성 상태여야만 무순단 절체가 가능하므로 UPS출력 2중화를 위해서는 그리 적합한 System이라고 볼 수 없다.

### 3-3.STS(StaticTransferSwitch)

기계적인 접점구조가 아닌 사이리스터, 트래이악등 전력 반도체소자를 이용하여 1/4 Cycle의 빠른 절체동작으로 인해 부하측은 무순단으로 절체가 가능하게 된다.  
일반적으로 3상/대용량으로 제작이 되며, 양전원간에 위

상(Phase)이 맞아야 무순단절체가 된다. 절체시간은 통상 4ms 정도이며, 비동기 상태에서 절체시 약 300ms 정도의 절체속도를 나타낸다.

이러한 Static Transfer Switch는 UPS 출력단과 UPS 출력 분전반 사이에 설치가 되며 3상/대용량이므로 STS 자체 크기가 대형이고, 가격 또한 고가이다.

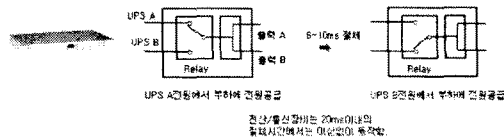


### 3-4.STS(Source Transfer Switch)

릴레이(Relay)에 의한 강제절체를 이용하며, 약 1/3Cycle의 고속절체동작으로 인해 부하측은 무순단절체가 가능하다.

일반적으로 단상/소용량(3~5KVA)으로 제작이 가능하며, 양 전원간에 위상(Phase)이 맞지 않아도 무순단절체 동작을 한다. 절체시간은 약 8~10ms이다.

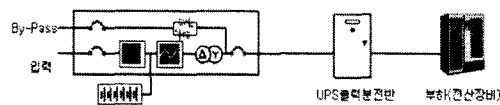
이러한 Source Transfer Switch는 UPS 출력분전반과 부하(전산장비)사이에 설치가 되며 단상/소용량 이므로 STS 자체 크기가 소형이고, 저가의 장비가격, 1RU Size로 19" Rack에 실장이 가능한 점 등 여러가지로 경제적인 System이다.



## 4. UPS의 운전방식

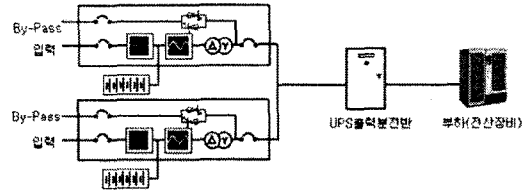
### 4-1. 단독운전

UPS 자체 장애 또는 출력 분전반 내 차단기 Trip시 예비전원으로의 우회공급Route가 없으므로 부하측으로의 전원공급이 중단 될 수밖에 없다.



### 4-2-1. 병렬운전(Parallel Redundant 방식)

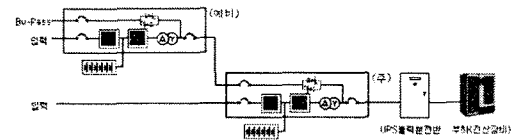
UPS 1대 장애시 다른 UPS가 전원을 공급하는 방식, 또는 각각의 UPS가 50:50으로 부하를 분담하는 방식이지만 두 대의 UPS가 항상 동기운전을 해야 하므로 동기조건에서 미세한 변화가 발생하면 오히려 모든 UPS가 장애를 일으킬 가능성이 있으며, UPS 출력 분전반에서 차단기가 Trip 되면 부하측 장비로의 전원공급이 중단된다.



### 4-2-2. 병렬운전(Isolation Redundant 방식)

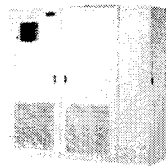
UPS 1대 장애시 다른 UPS가 전원을 공급하는 방식으로 Parallel 방식과 비슷한 개념이나 평상시 예비UPS는 부하 분담율이 "0"이며, 이러한 System 또한 UPS간에 동기운전 조건이 성립되어야만 한다.

UPS계통이 직렬 Switching 개념이므로 오히려 Parallel 운전 방식보다도 위험하고, UPS 출력~부하 입력은 단일 전원계통이므로 분전반 차단기 Trip시 전산 장비측 전원공급이 중단된다.



## 5. STS(Source & Static Transfer Switch)의 특성비교

### 5-1. System 계원비교



Static Transfer Switch



Source Transfer Switch

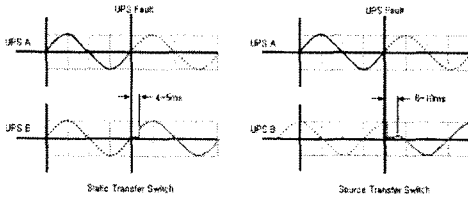
위와 같이 System의 크기에서 큰 차이를 보여준다. Static Transfer Switch는 3상의 대용량과 SCR반도체 전력 소자 내장, A,B전원의 상태를 지속적으로 감시하는 Phase Synchronization Monitor(동기 감시장치)의 적용 등으로 인해서 구조가 복잡하고 System의 대형화 및 고가의 가격으로 이어질 수 밖에 없고, Source Transfer Switch는 단상의 소용량과 전원 절체용 Relay 등 비교적 간단한 구성으로 인해서 System의 소형화 및 저가의 가격으로 19" Rack에 직접 실장하여 대량으로 설치가 가능하다.

### 4-2. 절체과형비교

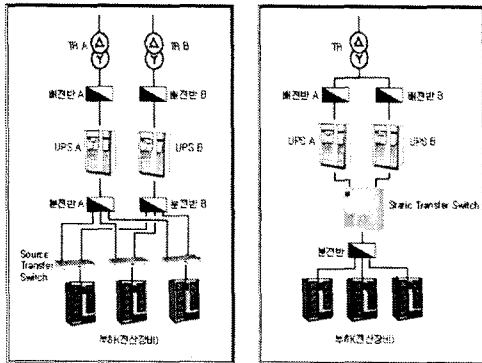
아래그림과 같이 Static Transfer Switch는 양전원이 동위상상태에서 절체가 되어야 하며 한쪽전원이 정전이 되었을 때 4~5ms 사이에 동일한 파형이 그대로 옮겨져 절체되는 것을 알 수 있다.

이와는 다르게 Source Transfer Switch는 양전원의 위상이 다르더라도 한쪽 전원이 정전될 때 파형이 다른 B전원의 파형이 8~10ms 사이에 부하로 공급된다.

UPS A,B전원이 모두 살아있는 상태에서 절체를 하게 되면 Static Transfer Switch는 동위상 상태에서 절체가 되어 Arc등의 영향은 적다. Source Transfer Switch는 위상이 맞지 않은 상태에서 릴레이(Relay)에 의해 강제로 절체를 하므로 Arc의 발생을 차단할 수 있는 별도의 소호 장치가 내장되어야 한다.



#### 4-3. System 구성의 비교



[그림1] Source Transfer Switch를 이용한 전원2중화 계통도 [그림2] Static Transfer Switch를 이용한 전원2중화 계통도

양전원이 활선상태 또는 어느 한쪽 전원이 장애로 인해 Down되는 경우 무순단(무정전)절체를 하는 기능적 특성은 동일하나, Static Transfer Switch일 경우 "A", "B"전원의 위상이 같아야 하므로 단일 Bank로부터의 전원공급이 가능하거나 타 Bank간 %임피던스값이 동일 또는 거의 대등한 수준이면 구성도 가능하다.

주요 System의 구성은 2대의 UPS 출력단에 STS(Static Transfer Switch) 1대를 설치하여 각각 "A", "B"전원을 공급받아 UPS Main 출력 분전반으로 전원을 공급하고 각각의 Sub출력 분전반을 거쳐 부하에 전원을 공급하게 된다.

이와는 조금 다르게 Source Transfer Switch는 "A", "B"전원의 위상이 다르더라도 Relay에 의해 강제로 절체가 되는 특성으로 인해 단일 Bank가 아닌 독립된 타 Bank간, 특성이 다른 UPS출력단의 분전반을 거쳐 부하측에 바로 설치하여 전원공급을 할 수 있다.

위에서 보는 바와 같이 [그림.1] Source Transfer Switch는 다양한 전력계통에서 설치조건의 제한이 비교적 적은 편이며 UPS A, B가 서로다른 기종이라도 별다른 문제가 되지 않는다. 또한 대형의 Static Transfer Switch 설치공간이 필요치 않아 상면 활용면으로 유리하다.

TR에서 부하 말단측까지 모든 전력계통이 독립된 2원화 구성이므로 "A"계통에서의 장애발생시 "B"계통으로의 전환

이 가능하고, 양 계통이 독립(Isolation)된 System구성이므로 장애의 파급효과가 적은 장점이 있다.

또한 UPS보수 및 교체시 부하측 장비의 정전없이 Source Transfer Switch의 절체만으로 안전하게 장비의 보수 및 교체 작업을 할 수가 있다.

가장 큰 장점으로 각각의 부하(또는 Rack단위의 Cell) 측에 설치된 Source Transfer Switch를 이용하여 UPS의 부하용량을 제어할 수 있는 능력을 꼽을 수 있다.

Source Transfer Switch의 우선전원 선택을 "A" 또는 "B"로 설정함에 따라 UPS "A", "B"의 부하분담을 50:50으로 맞출 수 있어 UPS의 효율 향상과 절체시 순간적인 과부하 상황을 방지 할 수 있어 장애발생요소를 줄 일 수가 있다.

이와는 다르게 Static Transfer Switch는 "A","B"전원이 동일한 위상에서만 절체되는 조건으로 인해 동Bank의 TR에서 전원을 인출하여 UPS "A", "B"를 거쳐 UPS출력단에 Static Transfer Switch를 설치한다.

이러한 구조로 인해 다양한 전력계통의 적용이 제한적이며, 대형System의 설치로 인한 별도의 공간이 필요하게 된다.

완전한 2원화가 아닌 부분적(UPS만 "A","B"로 이중화) 형태의 2원화 구성이므로 Static Transfer Switch의 자체 고장 또는 TR측의 장애(장시간), Static Transfer Switch 2차측 분전반의 차단기 Trip 사고등 계통의 장애요소에 취약하며, 복잡한 전력 반도체소자로 구성된 Static Transfer Switch의 자체 장애시 그 파급범위가 광범위하게 나타나는 단점이 있다.

Static Transfer Switch 1대가 전체 부하에 대한 절체를 하므로 UPS의 부하분담은 50:50이 아닌 100:0 방식이 된다.

STS (Source & Static Transfer Switch) 종합비교표

비교 항목	Source Transfer Switch	Static Transfer Switch
무순단 절체기능	가능	가능
절체 시간	4~7ms	3~5ms
적용전원 상수	단상교류	3상교류
용량	3~5KVA	70~650KVA
장비 Size	소형	대형
주요 절체 소자	Relay	SCR
국산화 여부	국산외산	외산
장비 가격	저가(35~60만원)	고가(2500~6500만원)
설치 위치	UPS Sub출력분전반 후단	UPS출력 후단
설치 수량	Rack01대 설치(대형)	1대 또는 소량 설치
"A", "B" 전원간 동위상여부	동위상 불필요	동위상 필요
Arc 발생대부	발생	미세
UPS 2원화(독립은전) 대부	가능	가능
전원계통의 다원화 대부	가능	제한적
부하분담 가능대부(UPS)	가능	불가능
무정전 유지보수 가능대부	가능	가능
장해시 사고파급 효과	해당Rack 또는 일부부하	전체부하
출력분전반 수량	다 수	소 수
전력케이블 소요용량	대 량	소 량

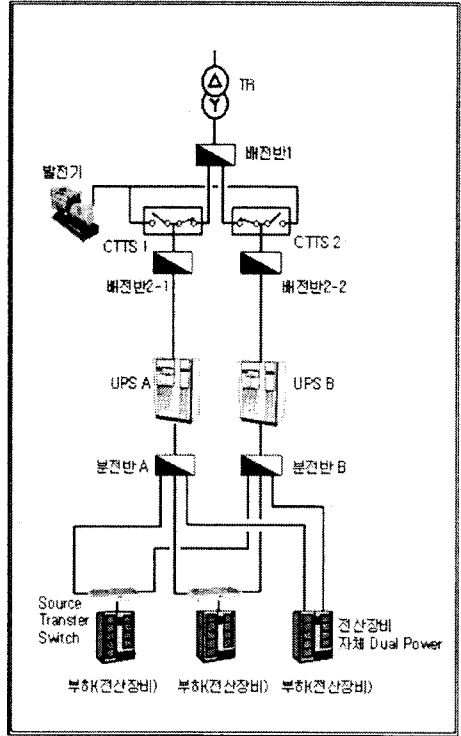
#### 5. 결론: 최상의 UPS운전방식

이상 위에서 언급한 바와 같이 STS(Source Transfer Switch)를 이용한 UPS출력의 2중화를 하면 두개 이상의 UPS가 동기 운전해야 하는 까다로운 운전조건을 요구하지

않고, UPS장애발생시 다른 UPS로의 장애과 급이 되지 않으며 UPS출력Route가 이원화구성이 가능하므로 장애요소 및 장애확률의 감소효과를 볼 수가 있다.

**5-1. UPS측의 효과(UPS의안정적운용가능)**

- 가. 복수(複數)의 UPS를 독립적으로 운용이 가능하므로 단독 운전 및 병렬운전으로 인한 장애요소의 최소화가능하다.
- 나. 기존 UPS의 재활용이 가능하고 신설UPS 설치후 기존UPS에 대한 정밀점검(UPS 부품교체, 내부청소, 시험 운전등)이 가능하다.
- 다. UPS이용률 및 효율의 증대효과: 신설 및 기설UPS의 부하 분담을 50:50 또는 100:0로 선택이 가능하며, UPS 부하 부담 감소효과가 있다.
- 라. 운용중 한쪽 UPS 장애시 부하측 정전없이 다른 쪽 UPS로의 부하전담이 가능하며, 장애UPS에 대한 수리/교체가 수월하다.
- 마. 운용중 축전지 방전시험이 용이하다.
- 바. 전체적으로 UPS축전지 Back-up시간 연장 효과가 있어 장시간 정전 및 비상용 발전기 운전장애 등에 따른 돌발 상황에 대처가 가능하다.



**5-2. 부하측의 효과(부하측장비의무정전절체)**

- 가. 한쪽 UPS의 장애 또는 유지/보수시 STS를 이용하여 무정전 전원절체(A전원→B전원 또는 B전원→A전원)가 가능하므로 부하측 장비는 UPS전원 장애로부터 자유롭다.
- 나. 분전반 차단기 교체 및 전원케이블 교체포설 작업, 차단기 Trip사고, 전기설비 점검(절연저항 측정 등)에 따른 일시/부분 정전시 STS를 이용하여 전원절체 후 작업이 가능하다.
- 다. STS를 이용하면 각Rack마다 전원투입상태, 전압 및 전류상태 및 정격용량 대비 부하량등 전원정보를 운용자가 확인점검이 가능하다.

이와 같이 전력계통을 구성시 상전과 발전사이에 설치된 CTTS에 의해 절체 및 재전체시 무순단 절체가 가능하며 이는 UPS와 축전지의 장애방지 및 수명연장 효과가 있다. 또한 병렬구성이 아닌 독립된 UPS는 상호간섭에 의한 장애율이 낮고 제작사, 용량에 상관없이 2대의 UPS를 설치/운용이 가능하다.

UPS출력은 각각 별도의 UPS출력 분전반을 거쳐 부하에 설치된 STS의 "A", "B"전원측에 각각의 UPS출력전원을 공급한다.

UPS"A" 또는 UPS"B"의 장애/보수/교체시 STS를 이용하여 무순단으로 정상전원 공급중인 UPS측으로 자동 절체되며, 부하측 장비 전원입력부가 Dual Power Type으로 되어 있으면 STS설치 없이 분전반에서 전원을 인출하여 장비에 공급을 하면 된다.

**6. STS(Source Transfer Switch)의 실제 적용 예**

아래와 같은 전력계통은 국내 00케이블TV 방송국에서 STS(Source Transfer Switch)를 이용하여 UPS 출력의 2중화를 구현한 전력계통도이다.

이밖에 국내 유수의 IDC(인터넷 데이터센터), 케이블방송국의 송출장비실(H/E), 통신/금융권의 전산서비용으로 설치/운용중이다.