

# 분산전원이 연계된 배전계통에 있어서 선로전압조정장치(SVR)의 전압제어 개선방안

## Improvement Method of SVR Control in Power Distribution System Interconnected Distributed Generator

이 현 옥\* · 허 재 선\* · 김 병 기\*\* · 노 대 석\*\* · 김 재 철†  
(Hyun-Ok Lee · Jae-Sun Huh · Byung-Ki Kim · Dae-Seok Rho · Jae-Chul Kim)

**Abstract** - This paper presents the novel voltage control method in power distribution system with distributed generators. The voltage in distribution systems is regulated by Under Load Tap Changer(ULTC) of substation and pole transformer of primary feeders. Recently, Step Voltage Regulator(SVR) is getting located at distribution feeders to regulate effectively voltage of primary feeders. But the effectiveness of SVR decreases due to independent operation between SVR and ULTC, and also the existing Line Drop Compensator(LDC) method considering the distributed generators may be not able to regulate the proper voltage in a permissible range. Thus, this paper presents a optimal voltage control algorithm of SVR by using the secondary voltage data of main transformer in substation.

**Key Words** : Step voltage regulator(SVR), Under load tap changer(ULTC), Line drop compensator(LDC), Distributed generators(DG), Voltage control

### 1. 서 론

최근 첨단기술의 급속한 발전과 생활수준의 향상으로 수요자들의 요구가 다양해지면서 전압품질에 관한 관심이 높아져가고 있다. 뿐만 아니라, 다양한 세계적 이슈로 인해 분산전원을 확대하는 추세를 보이고 있다. 이러한 관점에서 일정 수준의 전압 품질을 유지하면서 기존의 배전계통에 분산전원을 연계·보급해 나아갈 수 있는 기술의 개발은 상당히 중요하다고 할 수 있다.

현행의 배전계통의 전압은 대부분 배전용 변전소 ULTC(Under Load Tap Changer)의 LDC(Line Drop Compensator) 운전에 의하여 송출전압을 제어하고, 고압배전선로의 주상변압기 탭 변환에 의해 제어되어 왔다[1]. 그리고 최근에는 대용량의 태양광발전, 풍력발전과 같은 분산전원이 배전용변전소에서 멀리 떨어진 배전선로에 연계되어 운용되는 경우가 많아, 장거리 고압 배전선로나 부하변동이 심한 고압 배전선로 등에서 효과적인 선로전압조정장치(SVR : Step Voltage Regulator)의 도입이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 배전용변전소 ULTC와 고압 배전선로의 SVR이 서로 독립적으로 운용되고 있기 때문에 SVR의 효율성이 떨어질 뿐만 아니라 빈번한 탭 조정이 발생할 수 있다[2]. 또한 분산전원이 계통에 연계되어 운용될 경우, 또 다른 전원으로 작용하게

됨으로써 부하 감소와 유사한 결과를 보이게 되기 때문에, 기존의 전압제어방법으로는 수용가의 전압을 규정전압 이내로 유지하기가 어렵게 된다[3].

따라서 본 논문에서는 분산전원이 배전선로 말단에 연계되어 운전될 경우 기존의 전압제어방법이 배전계통의 전압을 안정적으로 유지할 수 있는지 사례연구를 통해 알아보고, 이와 함께 배전용변전소 ULTC에 의해 제어된 주상변압기(MTR) 2차측 전압과 계통에 연계된 분산전원을 고려한 SVR의 새로운 전압제어방법을 적용하여 그 효과를 비교하였다. 이를 위해 모델 배전계통에 일 부하곡선을 적용하고, 연계된 분산전원의 발전량에 따른 전압변동을 모의하여 기존 전압제어방법의 한계를 분석하고, 제안된 전압제어 알고리즘의 유효성을 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

### 2. SVR을 이용한 기존의 전압제어방법

#### 2.1 SVR의 구조 및 동작 원리

우리나라에서는 일반적으로 전압강하가 10% 이상인 장거리 고압 배전선로의 전압제어는 SVR을 설치하여 배전선로의 규정 전압을 유지하도록 하고 있다. SVR은 그림 1과 같이 단권변압기와 부하시 탭 절환 장치로 구성되어 있다. SVR의 전압제어는 단권변압기의 직렬권선의 탭 변경에 의해 이루어지며, 탭 위치는 보상회로에 의해 제어된다[4]. 현재 국내에 사용되고 있는 일반적인 SVR은 32개 탭으로 탭 간격이 0.625%이며, 기준전압의  $\pm 10\%$  범위에서 전압제어가 가능하다. SVR의 전압비와 1차측 전압은 SVR의 탭 간격과 탭 위치, 변압기 임피던스를 고려하면 식 (1)과 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

\* Dept. of Electrical Engineering, Soongsil University, Korea

\*\* Dept. of Electrical Engineering, Korea University of Technology, Korea

† Corresponding Author : Dept. of Electrical Engineering, Soongsil University, Korea

E-mail : jckim@ssu.ac.kr

Received : December 11, 2013; Accepted : January 14, 2014

$$a_{vr}(t) = 1 + \alpha(t) \cdot \beta T_k(t) \quad (1)$$

$$V_1(t) = a_{vr}(t) \times V_2(t) + Z_{svr,k}(t) \times I_2(t) \quad (2)$$

여기서,

- $a_{vr}(t)$  : SVR의 전압비
- $\alpha(t)$  : 절환스위치의 위치 (승압 : -1, 강압 : +1)
- $\beta$  : SVR의 탭 간격
- $T_k(t)$  : SVR의 탭 위치
- $V_1(t)$  : SVR 1차측 전압
- $V_2(t)$  : SVR 2차측 측정전압
- $I_2(t)$  : SVR을 통과하는 부하전류
- $Z_{svr,k}(t)$  :  $T_k(t)$ 에서의 변압기의 임피던스

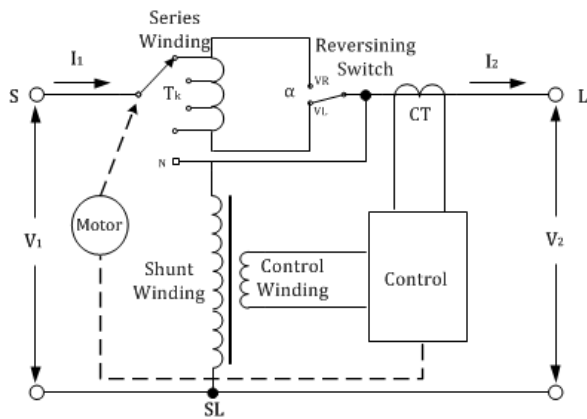


그림 1 SVR(Type-B)의 기본 구조  
Fig. 1 Basic structure of the SVR(Type-B)

## 2.2 SVR의 LDC 전압제어방법

그림 2와 그림 3은 각각 LDC 방식의 개념도와 제어 블록 다이어그램을 나타낸 것이다[5]. SVR의 기존 LDC 전압 제어 방법은 변압기 2차측에 흐르는 전압과 전류를 이용하여 송출기준전압과 송출전압사이의 오차를 계산하고 오차가 전압불감대(db:dead band) 범위를 벗어나면 ULTC의 탭 값을 증가 혹은 감소시킴으로써 배전계통의 적정전압을 유지하도록 전압제어를 수행하는 방식을 채용하고 있다. 식 (3)~(7)은 이러한 LDC 방법에 의해 SVR의 탭 조절을 위한 수식관계를 나타낸 것이다[6].

SVR의 송출전압은 시간  $t$ 에서 전압오차( $\Delta V_k$ )가 전압 불

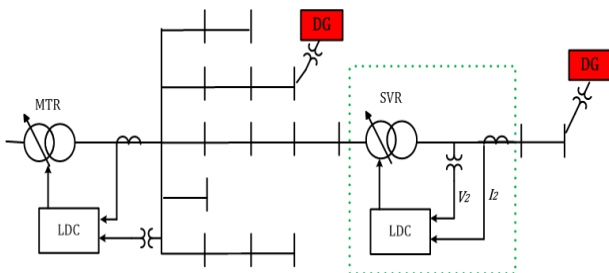


그림 2 LDC를 이용한 SVR 전압제어 개념도  
Fig. 2 Concept of SVR voltage control using LDC

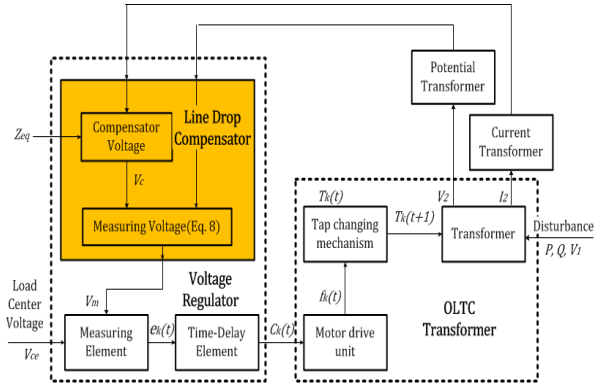


그림 3 기존 SVR 전압제어의 블록 다이어그램  
Fig. 3 Block diagrams of the conventional SVR control system.

감대(db) 범위를 벗어나고 시간 지연(td)를 초과할 경우 SVR의 탭 위치가 바뀌게 됨으로써 제어된다.

$$T_k(t+1) = T_k(t) - \beta f_k(e_k(t), c_k(t)) \quad (3)$$

$$c_k(t+1) = g_k(e_k(t), c_k(t)) \quad (4)$$

$$f_k(e_k, c_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } e_k = 1 \text{ and } c_k > td \\ -1 & \text{if } e_k = -1 \text{ and } c_k < -td \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$g_k(e_k, c_k) = \begin{cases} c_k + 1 & \text{if } e_k = 1 \text{ and } c_k \geq 0 \\ c_k - 1 & \text{if } e_k = -1 \text{ and } c_k \leq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

$$e_k(\Delta V_k, db) = \begin{cases} 1 & \text{if } \Delta V_k > db \\ -1 & \text{if } \Delta V_k < -db \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

여기서,

- $k$  : SVR의 k번째 탭( $k=1, 2, \dots, K$ )
- $K$  : SVR의 전체 탭수
- $f_k(t)$  : LDC의 tap changing element
- $c_k(t)$  : LDC의 tap delay element
- $e_k(t)$  : LDC의 measuring element
- $td$  : SVR의 시간 지연(time delay)
- $db$  : SVR의 전압불감대(dead band)
- $\Delta V_k(t)$  : 전압오차(voltage error)

LDC 전압제어방법은 SVR 2차측에 설치된 PT와 CT를 통해 SVR의 2차측 선로전압  $V_2$ 와 SVR 통과 전류  $I_2$ 를 측정하고, 이를 식 (8)에 적용하여 측정전압(measuring voltage)  $V_m$ 을 얻는다. 이것을 식 (9)에 대입하여 전압오차인  $\Delta V_k$ 를 구하고, 이를 전압불감대(db) 범위와 비교하여 앞선 식 (7)에 적용하는 방식이다.

$$V_m(t) = V_2(t) - Z_{eq} \cdot I_2(t) = V_2(t) - V_c(t) \quad (8)$$

$$\Delta V_k(t) = V_{ce} - V_m(t) \quad (9)$$

여기서,

- $V_m(t)$  : 측정전압(measuring voltage)
- $V_c(t)$  : 보상전압(compensator voltage)
- $V_{ce}$  : 부하 중심점 전압(load center voltage)
- $Z_{eq}$  : 등가 임피던스(equivalent impedance)
- $V_2(t)$  : SVR 2차측 선로 전압
- $I_2(t)$  : SVR을 통과하는 부하전류

그러나 이러한 전압제어 방법은 배전계통을 단방향 조류의 단조 감소하는 수지상구조로 보고 운용되기 때문에 분산전원이 연계된 배전계통에서는 양방향 조류에 따른 전압변동을 제대로 반영하지 못하며 그 결과 전압제어 또한 어렵게 된다[7]. 또한 수용가 전압은 배전용변전소 ULTC에 의해서 우선 제어되고, 다음에 고압 배전선로 상의 SVR에 의해서 제어된다. 그러나 배전용변전소 ULTC의 전압제어는 배전용변전소 측뿐만 아니라 SVR 제어영역의 수용가 전압에도 영향을 준다. 그러므로 가능한 많은 수용가에게 적절한 전압을 공급하기 위해서는 배전용변전소 ULTC의 전압제어량을 고려하여 SVR의 전압 제어량을 결정하는 것이 바람직하다.

### 3. 주변압기 2차측 전압을 고려한 SVR 전압제어 개선방안

앞에서 제시한 기존 SVR 전압제어방식의 한계점을 극복하기 위하여, 본 논문에서는 SVR의 분산전원 연계에 따른 역방향 조류와 배전용변전소 ULTC로 제어된 주변압기(MTR)의 2차측 전압을 고려하여 측정전압  $V_m$ 을 구하고, 전압오차인  $\Delta V_k$ 를 산출하여, 식 (7)을 결정하는 새로운 전압제어방법을 제안하였다. 그림 4와 그림 5는 본 논문에서 제안한 분산전원과 MTR 2차측 전압을 고려한 전압제어방법의 개념도와 제어 블록 다이어그램이며, 그림 6은 제안된 전압제어 방법의 알고리즘을 나타낸 순서도이다.

그림 6과 같이 분산전원과 MTR 2차측 전압을 고려한 전압제어방법에 대한 설명은 아래 과정과 같다.

[Step 1] SVR의 2차측 전압( $V_2$ )과 전류( $I_2$ )를 계측하고, MTR의 2차측 측정전압( $V_{2,mtr}$ )과 SVR 탭 위치( $T_k$ ) 정보를

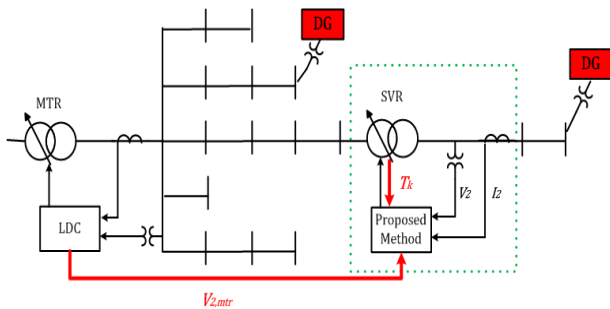


그림 4 주변압기 2차측 전압을 고려한 SVR 제어 개념도  
Fig. 4 Concept of proposed SVR voltage control method considering secondary voltage of MTR

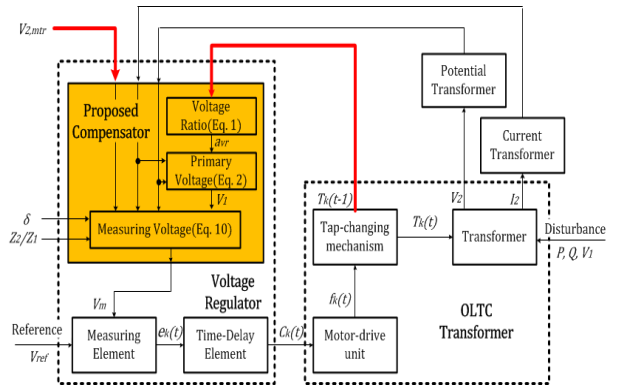


그림 5 주변압기 2차측 전압을 고려한 SVR 제어의 블록 다이어그램

Fig. 5 Block diagrams of the proposed SVR control system considering secondary voltage of MTR

얻는다.

[Step 2] 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 SVR 전압비( $a_{vr}$ )와 1차측 전압( $V_1$ )을 계산한다.

[Step 3] SVR 2차측에 설치된 CT를 통해 역조류와 순조류를 판단하고, 배전용변전소 ULTC로 제어된 MTR 2차측 전압을 고려한 SVR 보상전압( $V_{pc}$ )을 식 (10)을 통해 산출한다.

$$V_{pc}(t) = pf(t) \left| \frac{I_2(t)}{I_{max}} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{\delta(V_{2,mtr}(t) - V_1(t))}{(1 + \delta \cdot pf(t))} \right| \quad (10)$$

$$\delta = \frac{S_{svr}}{S_{feeder}} \quad (11)$$

여기서,

- $V_{pc}(t)$  : 제안 방식에 따른 SVR 보상전압
- $pf(t)$  : 조류방향( 순조류 : +1, 역조류 : -1)
- $V_{2,mtr}(t)$  : 주변압기 2차측 측정전압
- $I_{max}$  : SVR 최대 통과 전류
- $Z_1$  : SVR 전원측 피더의 임피던스
- $Z_2$  : SVR 부하측 피더의 임피던스
- $\delta$  : SVR 설치지점 이후의 부하구성 점유비율
- $S_{feeder}$  : SVR 설치피더의 전체 부하용량의 합
- $S_{svr}$  : SVR 설치지점 이후의 부하용량의 합

[Step 4] 계측된 SVR 2차측 전압( $V_2$ )과 계산된 보상전압( $V_{pc}$ )을 가지고 식 (12)의 측정전압( $V_m$ )을 결정한다.

$$V_m(t) = V_2(t) - V_{pc}(t) \quad (12)$$

[Step 5] 기준전압( $V_{ref}=1$ [p.u])과 식 (12)에서 결정된 측정전압( $V_m$ )을 가지고 식 (13)의 전압오차( $\Delta V_k$ )를 구한다.

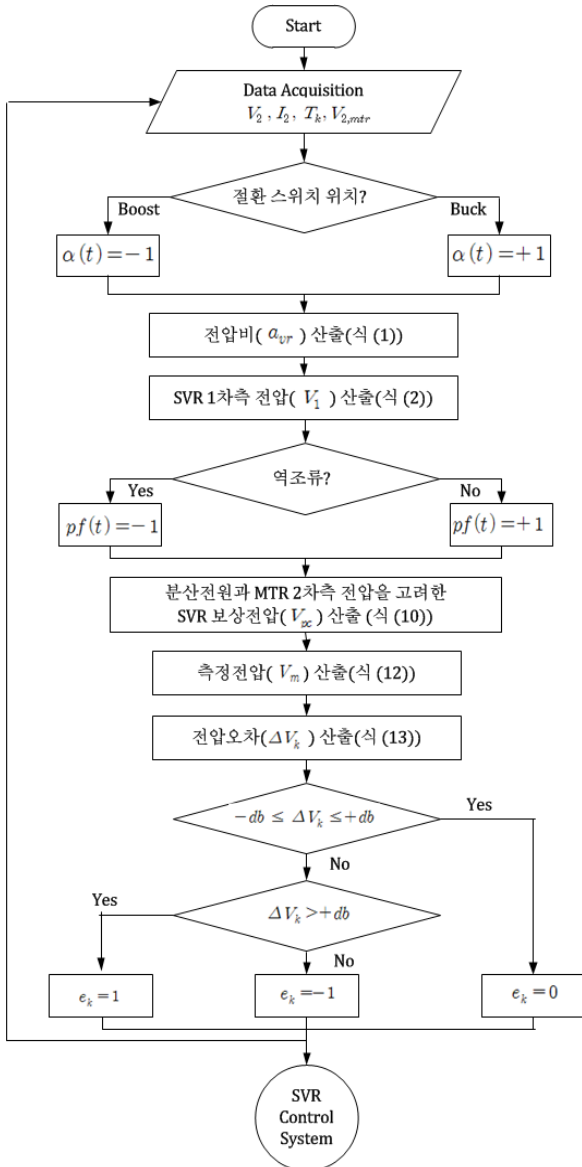


그림 6 제안된 주변압기 2차측 전압을 고려한 SVR 제어의 순서도

Fig. 6 Flowchart of proposed SVR control method considering secondary voltage of MTR

$$\Delta V_k(t) = V_{ref} - V_m(t) \quad (13)$$

[Step 6]  $\Delta V_k$ 의 값을  $db$ 와 비교하여  $e_k$ 를 구하고 SVR 탭을 조정하여 SVR 제어영역의 배전계통의 전압을 허용범위 이내에서 유지시킨다.

#### 4. 사례연구를 통한 SVR의 전압제어 분석

##### 4.1 모의 배전계통 및 사례연구 구성

제안된 방식의 성능검증을 위해 SVR의 전압제어방법에 따른 수용가의 전압분포를 분석하였다. 부하의 변화에 따라

SVR이 적정전압을 유지하는 방법을 모의하고 분산전원이 연계된 배전계통을 모델링하여 기존의 전압제어방법의 문제점을 파악하고 제안된 방법의 성능을 확인하였다. 그림 7과 표 1은 본 연구에서 모의한 배전계통의 구성도 및 파라미터를 나타낸 것이다[6][8]. 배전용변전소의 일부하 곡선은 그림 8과 같이 적용하고 계통의 역률은 0.9를 적용한다. 저압측의 전압강하 배분은 주상변압기와 인입선, 저압선로의 최대 전압강하를 각각 4V, 4V, 8V로 상정하고[1][8], SVR의 설치지점은 그림 7의 10번과 11번 지점 사이로 상정한다. 분산전원은 그림 7의 13번 노드에 도입되고 도입량은 한전의 분산형전원 배전계통 연계 기술기준에 따라 일반선로에 연계 가능한 최대용량으로 개정 전 3MW와 개정 후 6MW로 2가지 경우를 가정하였으며, 제어방식은 다음의 4가지 방식을 비교한다.

- ① 방식 1 (without SVR Method) : 송출전압을 MTR의 ULTC만으로 제어하고 SVR은 설치하지 않는 방식
- ② 방식 2 (Fixed(SVR) Method) : 송출전압을 MTR의 ULTC만으로 제어하고 SVR의 송출전압은 22.9kV로 고정시켜 송출하는 방식
- ③ 방식 3 (LDC(SVR) Method) : 배전용변전소 MTR의 ULTC와 SVR의 LDC를 독립적으로 제어하는 방식
- ④ 방식 4 (Proposed(SVR) Method) : 배전용변전소 MTR의 송출전압은 ULTC 방식으로 제어하고 SVR의 송출전압을 MTR의 2차측 전압을 반영하여 결정하는 방식

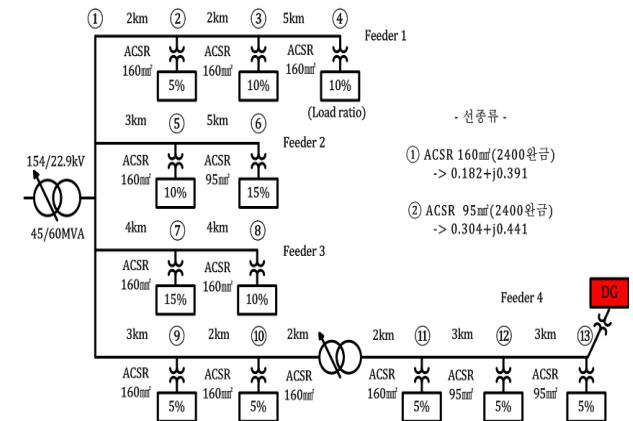


그림 7 사례연구 모의를 위한 배전계통 모델

Fig. 7 Distribution network model for case study

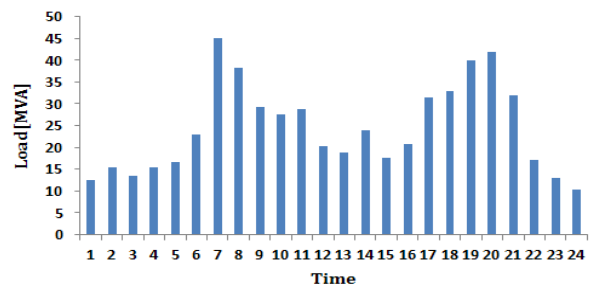


그림 8 시뮬레이션을 위한 일부하 곡선

Fig. 8 Daily load curve for simulation

표 1 모의 배전계통 모델의 파라미터

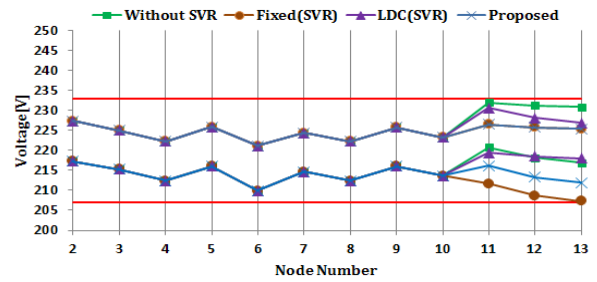
Table 1 Parameters of distribution systems

구분	기준 용량	100MVA
	기준 전압	22.9kV
MTR	임피던스(45MVA)	0.0042+j0.15[p.u]
	정격용량	45/60[MVA]
	탭수	17 tap
	전압제어범위	±10[%]
	db(Dead band)	0.0125[p.u]
	등가 임피던스 $Z_{eq}$	0.074+j0.035[p.u]
	부하중심 전압 $V_{ce}$	0.97[p.u]
SVR	임피던스	0.0014+j0.05[p.u]
	정격용량(1φ×3대)	9,000[kVA]
	탭수	32 tap
	전압제어범위	±10[%]
	db(Dead band)	0.00625[p.u]
Pole Tr. Tap	2~10번 노드	22,900/230
	11~13번 노드	21,800/230

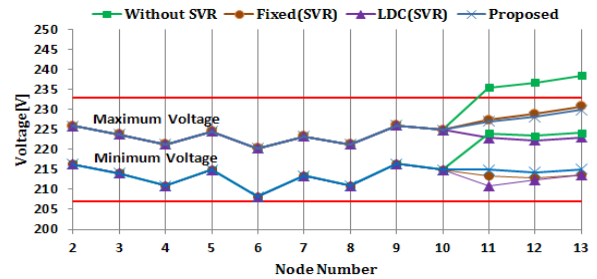
4.2 시뮬레이션 결과

분산전원이 연계된 배전계통에서 SVR의 기존 전압제어 방법(방식 1~3)과 본 연구에서 제안한 전압제어방법(방식 4)에 대하여 각 지점의 전압분포를 나타냈다. 먼저, 분산전원이 연계되지 않은 모델계통에 대하여, 그림 9(a)에서 각 노드의 최대 수용가 전압분포와 최소 수용가 전압분포를 나타내고 있으며, 그림 9(b)와 그림 9(c)는 각각 3MW와 6MW의 분산전원이 13번 노드에 연계된 모의계통에 대한 각 노드의 최대 수용가 전압분포와 최소 수용가 전압분포를 보여준다. 분산전원이 연계되지 않은 경우는 4가지 방식의 운용패턴이 모두 규정전압범위 이내를 유지하지만, 분산전원 3MW가 연계되면 SVR를 설치하지 않은 방식(방식 1)은 규정전압을 벗어나 과전압현상이 발생함을 알 수 있다. 또한, 분산전원 6MW가 연계되었을 때는 제안된 방식(방식 4)을 제외한 모든 방식에서 수용가의 전압이 규정전압을 벗어나게 됨을 확인할 수 있었다.

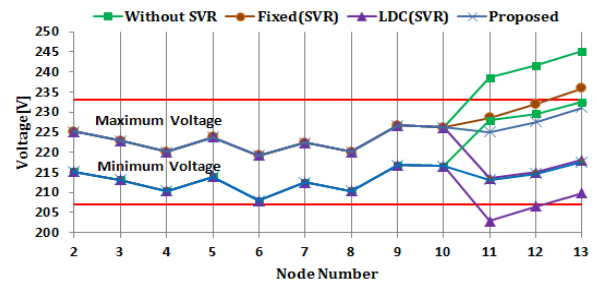
그리고 상기의 4가지 방식에 대해 전압분포 개선효과를 정량적으로 확인하기 위해 전압분포의 정도에 대한 평가지표를 산출하여 비교하였다. 배전계통에서 분산전원이 도입되어 운용될 때 수용가 전압의 특성은 분산전원과 부하 변동에 따라 표준전압에 어느 정도 가깝게 유지되는가를 산정함으로써 평가한다. 즉, 평가지표(PI: Performance Index)는 식 (14)와 같이 전체 고찰시간에 대하여 대상 노드의 수용가전압과 표준전압의 편차를 제공하여 더 한 값으로 나타낼 수 있다[8]. 상기의 지표는 배전계통에 있어서 SVR 제어 영역의 수용가 전압분포특성의 수준을 평가하는 것으로, 평



(a) without DG



(b) with DG (3MW)



(c) with DG (6MW)

그림 9 SVR 제어방식에 따른 각 지점의 수용가 전압분포 결과  
Fig. 9 Customers' voltage distribution results for each node according to SVR control type

가지표가 작으면 작을수록 전압특성이 양호하다는 것을 나타낸다.

$$PI = \sum_{t=1}^T \sum_{n=1}^N [\{V_f(t,n) - V_r\}^2 + \{V_r - V_e(t,n)\}^2] \quad (14)$$

여기서,

- $T$  : 전체 고찰 시간
- $N$  : SVR 제어영역 노드의 총수
- $V_r$  : 표준전압(220[V])
- $V_f(t,n)$  : 각 노드직하의 수용가 전압
- $V_e(t,n)$  : 각 노드말단의 수용가 전압

그림 10은 4가지의 전압제어방식에 따른 평가지표에 대한 결과를 보여주고 있다. 본 연구에서 제안한 SVR 전압제어 방법(방식 4)이 분산전원 발전량이 크게 증가하여도 기존 방식에 비해 전압분포가 개선됨을 보여준다.

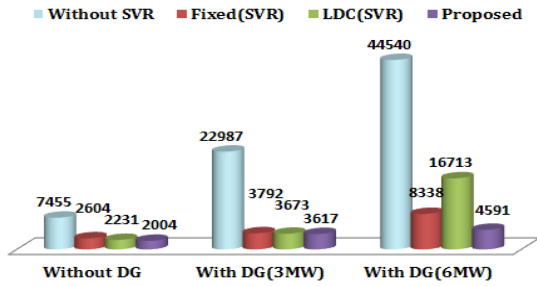


그림 10 사례연구 결과에 대한 평가지표 비교  
 Fig. 10 The comparison of performance index for case study

5. 결 론

본 논문에서는 배전계통 내 분산전원의 도입으로 인해 기존 전압제어방식의 한계점을 지적하고, 이러한 문제점을 개선하기 위한 새로운 전압 제어기법을 제안하였다. 또한 각각의 사례 연구에 기존의 전압제어방법과 제안된 전압제어방법의 비교를 통해 제안된 방법의 성능을 증명하였다.

새로운 전압제어방법은 배전용변전소 ULTC로 제어된 MTR 2차측 전압을 추가적으로 입력받아 SVR을 운용하는 기법으로써, 이를 위해서는 배전용변전소 내의 통신망을 이용하거나 별도의 설치를 통해 MTR 2차측 전압을 온라인 방식으로 변전소에서 전송하여야 한다. 하지만 대부분 배전용변전소의 ULTC는 실시간으로 감시가 이루어지고 있고, 스마트 그리드가 추진되고 있는 환경을 감안하면 이 제안된 방법은 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] E.M. Lee, M.Y. Kim, D.S. Rho, S.W. Sohn, J.E. Kim, and C.H. Park, "A Study on the Optimal Introduction of Step Voltage Regulator(SVR) in Distribution Feeders", Trans. KIEE, Vol. 53A, No. 11, pp. 610-618, Nov. 2004.

[2] Watanabe, Katsuma, Aoki, Ukai, Hiroyuki, and Sekizaki Shinya, "Determination Method of Optimal Sending Voltage for Voltage Regulation by LRT Control in Distribution System with a Large amount of PVs", The International Conference on Electrical Engineering, pp. 20-25, July. 2012.

[3] K.Nara, S. Ishizu, and Y. Mishima, "Voltage control availability of distributed generators in power distribution system", in Power Tech, 2005 IEEE Russia, 2005, pp. 1-6.

[4] W.H. Kersting, "Distribution Feeder Voltage Regulation Control", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.46, NO.2, pp. 620-626, Mar. 2010.

[5] M. S. Calovic, "Modeling and Analysis of Under Load Tap Changing Transformer Control Systems", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-103, No, 7, pp. 1909-1915, July 1984.

[6] J.H. Choi and J.C. Kim, "Advanced Voltage Regulation Method at the Power Distribution Systems Interconnected with Dispersed Stroage and Generation Systems", IEEE Transactions on power delivery, Vol. 15, No. 2, pp.

691-696, April. 2000.

[7] C. Kang, H.S. Shin, J.F. Moon, G.H. Choe, and J.C. Kim, "An Improved Voltage Regulation Method in Power Distribution system Interconnected Multiple PV Systems", Journal of KIIEE, Vol. 23, No. 2, pp. 53-61, Feb. 2009.

[8] M.Y. Kim, D.S. Rho, Y.T. Oh, J.Y. An, J.E. Kim, and E.S. Kim, "A Study on the Optimal Voltage Regulation in Distribution Systems with Dispersed Generation Systems", Trans. KIEE, Vol. 54A, No. 5, pp. 251-258, May. 2005.

저 자 소 개



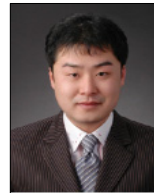
이 현 옥 (李鉉玉)

1972년 5월 4일생. 1999년 한국기술 교육대학교 전기공학과 졸업. 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2011년 숭실대학교 대학원 전기공학과 박사수료. 2004년~현재 한국전기공사협회.



허 재 선 (許宰善)

1985년 1월 23일생. 2003년 숭실대 전기공학부 졸업. 2011년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2011년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.



김 병 기 (金炳基)

1982년 1월 1일생. 2008년 한국기술교육대학교 전기공학과 졸업. 2012년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2012년~현재 동 대학원 전기전자통신공학과 박사과정.



노 대 석 (盧大錫)

1962년 2월 21일생. 1985년 고려대학교 전기공학과 졸업. 1987년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 일본 북해도대학교대학원 전기공학과 졸업(박사), 1987년~1998년 한국전기연구소 선임연구원 근무. 1999년~현재 한국기술교육대학교 전기전자통신공학부 교수.



김 재 철 (金載哲)

1955년 7월 12일생. 1979년 숭실대 전기공학과 졸업, 1983년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988년~현재 숭실대 전기공학과 교수.