

# 초기 운전점 선정을 통한 배전계통 최적 재구성에 관한 연구

論 文  
56-3-2

## A study of Optimal Reconfiguration in Distribution Power System using Initial Operating Point

徐圭錫\* · 金定年\*\* · 白榮植†  
(Gyu-Seok Seo · Jung-Nyun Kim · Young-Sik Baek)

**Abstract** - This paper presents a problem that reconfigure distribution power system using branch exchange method. Optimal reconfiguration problem calculates line loss, voltage condition about system states of all situations that become different according to line On/Off status, and search for optimum composition of these. However, result is difficult to be calculated fast. Because radiated operation condition of system is satisfied using many connection and sectionalize switches in the distribution power system. Therefore, in this paper, optimization method for reducing system total loss and satisfying operating condition of radial and constraints condition of voltage is proposed using the fastest branch exchange. And optimal solution at branch exchange algorithm can be wrong estimated to local optimal solution according to initial operating state. Considering this particular, an initial operating point algorithm is added and this paper showed that optimal solution arrives at global optimal solution.

**Key Words** : distribution power systems, optimal reconfiguration, loss minimization, branch exchange

### 1. 서 론

배전계통의 정상상태 운용은 손실의 최소화, 변압기 부하 균등 배분이라는 목적하에 배전계통을 운전하는 것으로 최적 재구성 문제는 현재 배전계통의 구성 및 부하상태를 고려하여 개폐상태를 결정하는 최적화 문제이다. 이 문제는 배전계통의 방사상 운전조건, 전압강하와 선로의 열용량 등을 포함한 여러 가지 제약조건이 수반하는 것으로 선로 절체에 따라 달라지는 모든 가능한 계통구성들에 대해 선로손실, 전압조건을 계산하고 이들 중 최적인 구성을 찾아내는 것이다. 따라서 해를 찾기 위한 가장 정확한 방법은 모든 경우에 대해서 계산을 근거로 찾아내는 방법일 것이다. 그러나 주어진 시간 내에 모든 조합의 경우를 계산한다는 것은 경제적인 면에서 비합리적이다.

최적 재구성에 관한 연구는 초기에는 분지 한계법(Branch and Bound), 분기 교환법(Branch Exchange)등으로 문제를 풀었다. 그러나 이들 방법은 계산 속도는 상당히 빠르지만 연계 개폐기의 초기상태에 따라 지역해를 도출한다는 단점을 가지고 있다. 이것을 개선한 시뮬레이티드 어닐링 알고리즘, 유전자 알고리즘 등은 전역적인 해를 제공해 줄 수 있는 반면 계산시간이 많이 걸린다는 단점을 가지고

있다[1][6][7][11].

본 논문에서는 계산 시간을 단축시키기 위해 분기 교환법을 적용하여 재구성을 실시하였다. 그리고 현재 계통이 최적점 근방에서 운전되지 않을 경우 초기 운전 상태를 변경하여 전역 최적점을 찾을 수 있도록 알고리즘을 추가하였고, 이로서 분기 교환법이 지역해로 빠지는 것을 방지하는 방법을 제안하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 배전계통의 표현

배전계통은 방사상 구조로 운용하지만 실제계통은 루프구조로 형성되어 있다. 이들 구조가 선로 절체에 따라서 변화하므로 이를 나타내고 표현하는데 많은 어려움이 따르며 프로그램으로 나타내기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 객체지향 기법을 사용하여 선로 연결성을 나타내고 선로 구조의 변경에 쉽게 대응할 수 있는 방법을 제시한다.

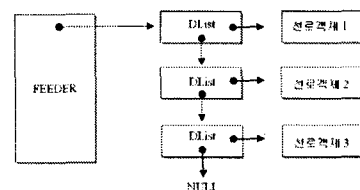


그림 1 피더의 표현  
Fig. 1 Expression of Feeder

\* 正會員 : 경북대학교 공대 전기공학과 박사과정  
\*\* 正會員 : LS전선(주) 전력연구소, 초고압그룹  
† 교신저자, 正會員 : 경북대학 전자전기컴퓨터학부, 정교수  
E-mail : ysbaek@mail.knu.ac.kr

接受日字 : 2006年 12月 22日  
最終完了 : 2007年 2月 7日

그림 1은 피더(Feeder) 객체를 도식화한 것으로 피더는 기본적으로 계산에 필요한 데이터와 함께 시스템의 토폴로지(topology)를 결정하기 위해 다른 객체(선로)들의 연결 포인트를 가지고 있다. 이것을 통하여 각 객체들 사이에 메시지 전달이 이루어진다. 그 외에 노드(Node), 배전선로객체(DLine), 부하(Load), 변압기(Transformer)등을 구성하며 전체 프로그램은 각각의 객체들의 연결 상태와 멤버함수를 사용한 객체 상호간의 메시지 전달로서 구성한다.

그림 2에서는 앞서 정의한 객체를 이용하여 실 배전계통과 일대일 대응이 되도록 시스템이 구현됨을 보여준다.

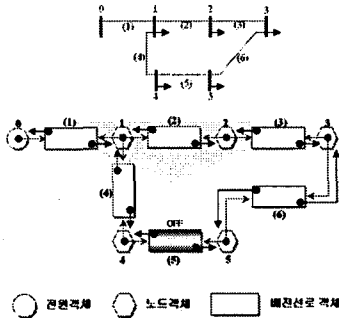


그림 2 배전계통의 객체도  
Fig. 2 Diagram of Distribution Power System

2.2 Branch Exchange Algorithm

2.2.1 문제의 정식화

손실을 최소화할 위한 목적함수는 식 1과 같이 정의할 수 있다.

$$\text{Min}(P_{\text{loss}}^{\text{sys}}) = \text{Min} \left( \sum r_i \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i^2} \right) \text{ [p.u]} \quad (1)$$

주어진 계통의 손실을 최소화하기 위해서 계통의 각 구성에 대해 목적함수를 계산하고 최소가 되는 구조를 채택하게 된다. 실제 계통운용은 경험상 최적점 근방에서 운전이 되고 있으므로 지역적 해의 탐색이 가장 우수한 분기 교환법을 사용하여 손실 최소화를 시키도록 한다.

2.2.2 절체시 손실감소 추정

그림 3과 같은 방사상으로 운전되는 배전계통이 있다[7].

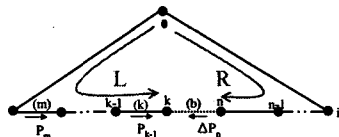


그림 3 브랜치 교환  
Fig. 3 Branch Exchange

여기서 연계 개폐기 b를 닫으면 루프형 계통을 형성하는데 배전계통의 방사상 운전조건이 위배되므로 위의 그림 3에서 L측 또는 R측 선로 중 어느 한 개폐기를 열어야만 한다. 이 때 선로의 절체에 따라 변화하는 선로 손실을 추정하고, 손실이 최소가 되는 연계선로에 대해서 절체를 수행하는 방식을 분기 교환법이라 한다.

그림 3의 계통에서 L측과 R측에서의 계통의 손실은 식 (2)~(3)에서 보여주는 바와 같다.

$$LP_L = \sum_{i \in L} r_i (P_i^2 + Q_i^2) \quad (2)$$

$$LP_R = \sum_{i \in R} r_i (P_i^2 + Q_i^2) \quad (3)$$

선로 b를 OFF시키고 m을 ON시켰을 경우 손실의 변화는 식 4와 같다.

$$\begin{aligned} \Delta LP_{bm}^{\text{est}} &= 2P_m \left( \sum_{i \in L} r_i P_i - \sum_{i \in R} r_i P_i \right) \\ &+ 2Q_m \left( \sum_{i \in L} r_i Q_i - \sum_{i \in R} r_i Q_i \right) \\ &- (P_m^2 + Q_m^2) \left[ \sum_{i \in R \cup L} r_i \right] \end{aligned} \quad (4)$$

식 (4)에서  $\Delta P_{bm}^{\text{est}} > 0$ 인 경우는 절체를 했을 경우 손실이 들어드는 것을 의미한다. 각 연계선로마다  $\Delta P_{bm}^{\text{est}}$  을 계산한 후 더 이상 손실이 감소하지 않을 때까지 선로를 절체하면 된다. 분기 교환법에 의한 최적화는 그림 4와 같은 순서로 수행한다.

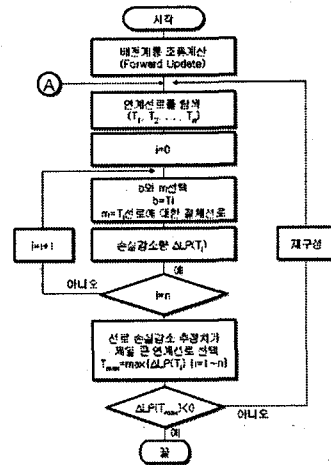


그림 4 브랜치 교환 알고리즘  
Fig. 4 Algorithm of Branch Exchange

2.2.3 알고리즘 적용 결과

그림 4에서 제시한 방법에 의하여 아래 표 1에서 제시한 계통에 적용하여 시뮬레이션 하였다.

표 1 시뮬레이션을 위한 계통 데이터(IEEE test system)  
Table 1 Power system's data for simulation

Line No.	From Bus	To Bus	R(Ω)	X(Ω)	Load at To Bus	
					P(kW)	Q(kVAr)
1	1	2	0.0922	0.0477	100.0	60.0
2	2	3	0.4930	0.2511	90.0	40.0
3	3	4	0.3660	0.1864	120.0	80.0
4	4	5	0.3811	0.1941	60.0	30.0
5	5	6	0.8190	0.7070	60.0	20.0
6	6	7	0.1872	0.6188	200.0	100.0
7	7	8	1.7114	1.2351	200.0	100.0
8	8	9	1.0300	0.7400	60.0	20.0
9	9	10	1.0400	0.7400	60.0	20.0
10	10	11	0.1966	0.0650	45.0	30.0
11	11	12	0.3744	0.1238	60.0	35.0
12	12	13	1.4680	1.1550	60.0	35.0
13	13	14	0.5416	0.7129	120.0	80.0
14	14	15	0.5910	0.5260	60.0	10.0

15	15	16	0.7463	0.5450	60.0	20.0
16	16	17	1.2890	1.7210	60.0	20.0
17	17	18	0.7320	0.5740	90.0	40.0
18	2	19	0.1640	0.1565	90.0	40.0
19	19	20	1.5042	1.3554	90.0	40.0
20	20	21	0.4095	0.4784	90.0	40.0
21	21	22	0.7089	0.9373	90.0	40.0
22	3	23	0.4512	0.3083	90.0	50.0
23	23	24	0.8980	0.7091	420.0	200.0
24	24	25	0.8960	0.7011	420.0	200.0
25	6	26	0.2030	0.1034	60.0	25.0
26	26	27	0.2842	0.1447	60.0	25.0
27	27	28	1.0590	0.9337	60.0	20.0
28	28	29	0.8042	0.7006	120.0	70.0
29	29	30	0.5075	0.2585	200.0	600.0
30	30	31	0.9744	0.9630	150.0	70.0
31	31	32	0.3105	0.3619	210.0	100.0
32	32	33	0.3410	0.5302	60.0	40.0
33*	21	8	0.0000	2.0000		
34*	9	15	0.0000	2.0000		
35*	12	22	0.0000	2.0000		
36*	18	33	0.0000	0.5000		
37*	25	29	0.0000	0.5000		

\* Tie Lines, Substation Voltage = 12.66kV

이에 대한 결과를 표 2에 제시하였으며, 기존 논문들의 결과들과 비교하여 보았을 때 전역 최적점이라는 것을 알 수 있다[7][12].

표 2 알고리즘 적용 결과

Table 2 Application result of algorithm.

Method	Branch Exchange	
	State	Result (Optimal state)
Lines switched out	33-34-35-36-37	9-7-14-31-37
Total kW Loss	212.817	124.036
Worst voltage(p.u)	0.899638	0.939557

하지만, 표 2는 일반적인 배전시스템의 상태가 경험상 최적점 근처에서 운전된다는 가정 아래 접근하여 얻어진 결과이다. 실제의 배전시스템에서는 최적점 근처에서 운전되지 않는 상황이 발생하는데, 이것을 표 2의 Base Case에서 표 3의 Base Case로 변경함으로써 나타내었다.

표 3 임의의 운전 상태에서의 시뮬레이션 결과

Table 3 Simulation result by arbitrary initial state

Method	Branch Exchange	
	State	Result (Optimal state)
Lines switched out	21-23-30-33-34	07-13-21-31-37
Total kW Loss	398.455	130.948
Worst voltage(p.u)	0.827932	0.930436

표 3은 최적점 근처가 아닌 상태에서 시뮬레이션 된 결과를 나타내며, 최적점 근처에서 운전되던 표 2의 결과보다 계통 손실 및 전압 특성이 좋지 못한 것을 볼 수 있다.

### 2.3 초기 운전점 선정 Algorithm

표 2, 표 3의 결과로서 최적점 근처가 아닌 임의의 초기 운전 상태에서도 전역 최적해를 찾을 수 있는 알고리즘이 필요하다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 절에서는 배전시스템의 상태가 어디에 위치하든 전역 최적점에 가장 근접하도록 상태를 바꾸는 알고리즘에 대하여 설명한다.

#### 2.3.1 최적해

표 2의 결과는 그림 5에 나타난 전역 최적해에 해당하고, 표 3의 결과는 지역 최적해에 해당한다.

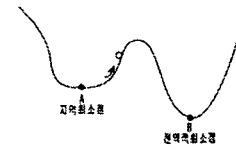


그림 5 지역최적해와 전역최적해

Fig. 5 Local and Global Optimal solution

표 3과 같이 지역 최적해를 갖는 경우 전역 최적해를 갖기 위해서는 Base Case를 전역 최적해 근처로 이동시켜 상태를 바꾸어 주어야 한다. 그리고 변화된 상태에 Branch Exchange Algorithm을 적용함으로써 전역 최적해를 얻게 된다. 그림 6은 연계선로의 초기상태를 최적해 근처로 결정하여 기존의 재구성 알고리즘에 적용시킨다면 원하는 전역 최적해를 얻을 수 있다는 것을 표현하고 있다.

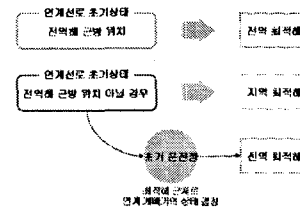


그림 6 연계선로 초기상태에 따른 최적해

Fig. 6 Optimal solution by initial state of tie line

배전시스템은 그 규모가 상당히 크며, 그 내부에 포함되어 있는 루프는 굉장히 많다. 이러한 상황 하에서 루프 상호 영향력을 고려하여 운전점을 결정하기란 쉽지 않다. 따라서 각 루프별 독립적으로 손실 최소점을 구하기 위해 식 2를 정의한다[6].

$$\Delta P = Re \left\{ 2 \left( \sum_{i \in D} I_i \right) (E_m - E_n)^* \right\} + R_{loop} \left| \sum_{i \in D} I_i \right|^2 \quad (2)$$

여기서, i : Node No.

D : 선로 절체로 이동될 노드의 집합.

m : 절체 전 개방 상태의 양단 전압 중 저전압 노드.

n : 절체 전 개방 상태의 양단 전압 중 고전압 노드.

E : 해당 노드 전압.

R<sub>loop</sub> : 해당 루프에서의 저항 성분.

$$\begin{bmatrix} R_1 & R_1 & \dots & R_1 & R_1 \\ R_1 & R_1 + R_2 & \dots & R_1 + R_2 & R_1 + R_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ R_1 & R_1 + R_2 & \dots & R_1 + R_2 + \dots + R_{i-1} & R_1 + R_2 + \dots + R_{i-1} \\ R_1 & R_1 + R_2 & \dots & R_1 + R_2 + \dots + R_{i-1} & R_1 + R_2 + \dots + R_i \end{bmatrix}$$

여기서 식 2는 계통의 임의의 운전 상태가 전역해 근방에 위치할 수 있도록 각 루프별 연계 개폐기 상태를 결정하기 위한 식이 된다.

#### 2.3.2 배전시스템 모델 적용 가능 판단

계통 모델 적용에 앞서 정의된 식 2를 적용하기 위하여 아래의 검증 단계를 거쳤다.

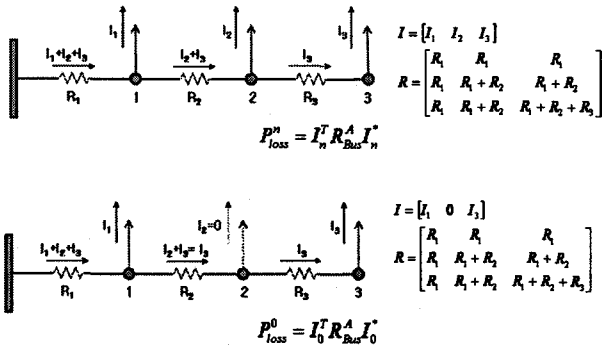


그림 7 계통 상태 변화 시 손실 변화(One Feeder)  
 Fig. 7 Loss change by power system state change(One Feeder)

그림 7에서 보여지는 계통의 변화에 대해 아래와 같이 손실변화를 계산할 수 있다.

$$P_{loss}^A = P_{loss}^n - P_{loss}^0$$

$$[I_1 \ I_2 \ I_3] \begin{bmatrix} R_1 & R_1 & R_1 \\ R_1 & R_1+R_2 & R_1+R_2 \\ R_1 & R_1+R_2 & R_1+R_2+R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} - [I_1 \ 0 \ I_3] \begin{bmatrix} R_1 & R_1 & R_1 \\ R_1 & R_1+R_2 & R_1+R_2 \\ R_1 & R_1+R_2 & R_1+R_2+R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ 0 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

$$= 2I_1\{R_1(I_1+I_3)+R_1I_3\}+I_3^2(R_1+R_3)$$

좀 더 확장하여 루프계통에서 살펴본다면, 그림 8에서

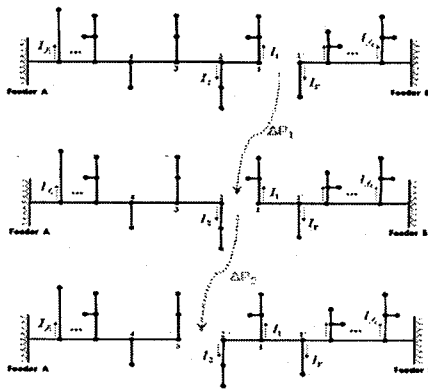


그림 8 계통 상태 변화 시 손실 변화(One Loop)  
 Fig. 8 Loss change by power system state change(One Loop)

보는바와 같고, 이때의 손실변화는 아래의 식과 같이 표현된다.

$$\Delta P_{loss} = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$\Delta P_1 = 2\text{Re}[I_1(E_1 - E_1)^*] + |I_1|^2 R_{loop}$$

$$\Delta P_2 = 2\text{Re}[I_2(E_1 - E_2)^*] + |I_2|^2 R_{loop}$$

$$\Delta P_{loss} = 2\text{Re}[I_1(E_1 - E_1)^*] + 2\text{Re}[I_2(E_1 - E_2)^*] + |I_1|^2 R_{loop} + |I_2|^2 R_{loop}$$

$$\dot{E}_1 = E_1 + \left( R_0 + \sum_{j=1}^k R_j \right) I_1$$

$$\dot{E}_2 = E_1 - \left( \sum_{j=2}^k R_j \right) I_1 - R_1 I_1$$

$$= 2\text{Re}[I_1 + I_2(E_1 - E_1)^*] + 2\text{Re}[I_2(E_1 - E_1)^*] + |I_1|^2 R_{loop} + |I_2|^2 R_{loop}$$

$$= 2\text{Re}[I_1 + I_2(E_1 - E_1)^*] + R_{loop}|I_1 + I_2|^2$$

여기에서 본 바와 같이 식 2는 루프계통에 적용이 가능하다.

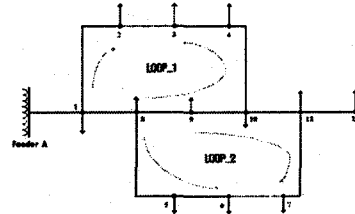


그림 9 다수의 루프 보유 계통  
 Fig. 9 Distribution power system that have many loop

또한 그림 9와 같은 여러 개의 루프를 포함하고 있는 계통에서도 각 루프별 독립적으로 적용 가능하다는 것을 같은 방법을 통해 알 수 있었다.

따라서 실 배전계통처럼 다수개의 루프를 포함하더라도 각 루프별 최소 손실점을 구할 수 있으며, 이를 통하여 전역 최적점에 가까운 초기 운전점을 구할 수 있다.

### 2.3.3 루프 내에서 최소 손실점 결정

일반적인 배전계통에서는 평시 무효전력 보상이 보편적으로 잘 이루어지기 때문에 이상적인 배전 계통이라 가정한다면, 무효전력 성분을 무시한 유효전력 성분만으로 정의할 수 있다. 이럴 경우 위의 식 2는 아래의 식 3과 같이 변환 가능하다.

$$\Delta P = 2 \left( \sum_{i \in D} I_i \right) (E_m - E_n) + R_{loop} \left( \sum_{i \in D} I_i \right)^2 \quad (3)$$

식 3은 아래와 같이 표현 가능하고, I(x)는 부하이양에 따른 전류의 변화 성분을 의미한다.

$$\Delta P = 2I(x)(E_m - E_n) + R_{loop} [I(x)]^2$$

$$\Delta P = R_{loop} \left[ (I(x))^2 + \frac{2(E_m - E_n)I(x)}{R_{loop}} \right]$$

$$= R_{loop} \left[ I(x) + \frac{(E_m - E_n)}{R_{loop}} \right]^2 - \frac{(E_m - E_n)^2}{R_{loop}}$$

$$I(x_{opt}) = \frac{(E_n - E_m)}{R_{loop}} \quad \Delta P_{min} = -\frac{(E_m - E_n)^2}{R_{loop}}$$

I(x)에 관한 2차식으로 표현된 ΔP는 I(x)가 I(x<sub>opt</sub>)의 값을 가질 때 손실 최소값을 가지게 된다. 이로서 각 루프별 초기상태로부터 계산된 I(x)의 값을 전류량으로 가지는 브랜치와 현재 개방되어진 브랜치의 상태를 바꾸어줌으로서 루프내 최소 손실점으로 접근 할 수 있다.

그림 10에서는 이에 대한 예를 보여주고 있는데 계산된

$I(x_{opt})$ 의 값이  $n-1$  과  $n-2$  노드를 잇는 브랜치의 전류값에 가까울 때 ( $\Delta_1 < \Delta_2$ ), 현재 개방된  $m \sim n$  브랜치를 close시키고,  $n-1 \sim n-2$  브랜치를 open시키는 예를 보이고 있다.

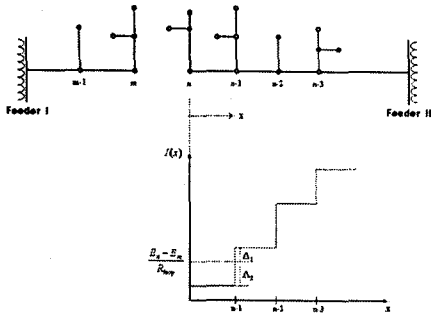


그림 10 브랜치별 전류와  $I(X_{opt})$ 값의 상관 관계  
Fig. 10 Interrelation of Branch current and  $I(X_{opt})$  value

### 2.4 배전계통 모델의 적용 결과

앞서 설명된 알고리즘을 그림 11의 모의 배전계통 모델에 적용하여 검토하였다.

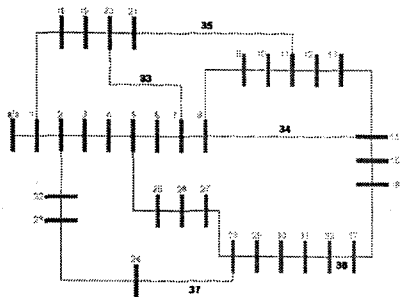


그림 11 배전계통 적용 모델(32 모선)  
Fig. 11 Model of Distribution power system(32 Bus)

그림 11은 표 3의 결과에서 볼 수 있듯이 전역 최적점 근처에서 운전되는 상태이고, 이 상태를 임의의 다른 상태로 바꾸어 보았다. 이때의 상태에서 초기 운전점 알고리즘을 적용해 보았고, 적용하였을 때의 최적해와 미적용 시의 최적해를 비교함으로써 적용시의 우수함을 보였다. 초기 운전점 알고리즘의 미적용 시 결과는 표 3(임의의 운전 상태)에서 보이고 있고, 초기 운전점 알고리즘을 적용했을 경우의 결과는 표 4에 나타내었다.

표 4 초기 운전점 알고리즘 적용 시 결과

Table 4 Application result of initial operating point algorithm

Case	초기점 알고리즘 적용		초기점으로부터의 최적해	
	Base Case	Solution	Base Case	Optimal State
Lines switched out	21-23-30 -33-34	07-11-14 -31-37	07-11-14 -31-37	9-7-14 -31-37
Total kW Loss	398.455	134.003	134.003	124.036
Worst voltage(p.u)	0.827932	0.919907	0.919907	0.939557

표 4에서 보는바와 같이 초기 운전점 알고리즘을 적용했을 경우 최종해는 표 3의 최적점 근처에서 운전 상태를 유지하던 계통으로부터 구한 해와 동일 한 것을 알 수 있다.

또한 좀 더 대형화된 그림 12의 배전계통 모델에 제안한 알고리즘을 적용하여 정확성을 판단하였다.

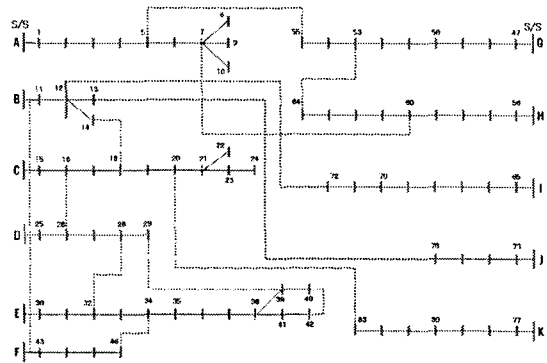


그림 12 배전계통 적용 모델  
Fig. 12 Model of Distribution power system(83 Bus)

그림 12의 초기 상태의 전압/손실 데이터는 표 5에서 보는 바와 같다[13].

표 5 83모선 배전계통 모델의 초기 결과 데이터  
Table 5 Initial result data of 83 bus model

State	Original configuration	
Tie Switches	84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96	
Power Loss (kW)	531.412	
Part of bus voltage magnitude (p.u)	substation	1.0
	V4	0.9450
	V5	0.9336
	V6	0.9316
	V7	0.9300
	V8	0.9294
	V9	0.9285
	V10	0.9293
	V71	0.9489
System Vmin (kV)	V72	0.9488
	V83	0.9479
	0.9285 (bus 9)	

초기의 상태에서 제안된 알고리즘을 적용한 결과를 표 6에 정리하였으며, 기존에 제안된 알고리즘과의 비교를 실시하였다.

표 6 배전계통 모델의 적용 알고리즘별 결과 데이터

Table 6 Simulation result data by different application Algorithm

State	After Reconfiguration	
Algorithm	VSHIDE	Proposed Method
Tie Switches	55, 7, 86, 72, 13, 89, 90, 83, 92, 39, 34, 41, 62	39, 92, 90, 42, 34, 13, 7, 89, 84, 83, 72, 62, 86
Power Loss (kW)	470.85	470.281
Part of bus voltage magnitude (p.u)	Substation	1.0
	V4	0.9665
	V5	0.9606
	V6	0.9597
	V7	0.9572
	V8	0.9566
	V9	0.9557
	V10	0.9565
	V71	0.9531
System Vmin (kV)	V72	0.9819
	V83	0.9612
	0.9532 (bus 71)	0.9549 (bus 55)
Loss Reduction	11.397%	11.504%

표 6에서 보는바와 같이 알고리즘 별 Tie Switch 결과 상태가 조금 다른 것을 확인 할 수 있는데, 이로 인하여 전압 및 손실 감소율의 차이가 남을 알 수 있다. 그리고 기존의 알고리즘에 비해 손실이 개선되었다는 것을 확인 할 수 있는데 이것은 보다 더 전역 최적해에 근접했다는 것을 나타낸다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 배전계통 운용 알고리즘 중 최적 재구성에 관한 문제를 다루었다. 분기 교환법은 최적화 단계에서 지역 최적해를 도출한다는 단점을 가지고 있다. 이것을 보완하기 위해 초기 운전점 알고리즘을 제안하였으며, 그것을 도입한 결과 매우 빠른 시간에 전역 최적해를 찾을 수 있었다.

#### 감사의 글

본 연구는 경북대학교 BK21 정보기술연구 인력양성 사업단의 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 서규석, 김정년, 백영식, "손실 최소화를 위한 배전계통 최적 재구성에 관한 연구" 하계학술대회, 2006.
- [2] Do-il Kwak, Jae-Eon Kim, "A Study for Novel DistFlow Method in the Distribution System", Trans. KIEE, Vol. 49A, No. 7, July 2000, pp. 365-368.
- [3] A Merlyn and J. Back, "Search for a Minimum Loss Operating Spanning Tree Configuration for and Urban Power Distribution System", Proceeding of Fifth Power System" Proceeding of Fifth Power System Computation Conference(PCSC), Cambridge, 1975.
- [4] D. W. Ross, M. Carson, A. Cohen, "Development of Advanced Methods for Planning Electric Energy Distribution Systems", DEO final report no SCI5263, Feb, 1980.
- [5] D. Shirmohammadi, H. Wayne Hong, "A Compensation-Based Power Flow Method For Weakly Meshed Distribution And Transmission Networks", IEEE Tansaction on Power Systems, Vol 3, No. 2, May 1988, pp. 753-762.
- [6] S. Civanlar, J. J. Grainger, and S. H. Lee, "Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 3, No. 3, July 1988, pp. 1217-1223.
- [7] M. E. Baran, F. F. Wu, "Network Reconfiguration in Distribution Systems for Loss Reduction and Load Balancing", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 4, No. 2, April 1989, pp. 1401-1407.
- [8] H. D. Chiang and R. M. Jean-Jumeau. "Optimal Network Reconfiguration Distribution System: Part 1: A New Formulation and A Solution methodology", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 5. No. 3, July 1990.

- [9] K. Kara, "Implementation of Genetic Algorithm for Distribution System Loss Minimum Reconfiguration", IEEE Transactions on Power System, Vol. 7, No. 3, August 1992.
- [10] Vesna Borozan et al, "Improved Method For Loss Minimization In Distribution Networks", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, No. 3, August 1995.
- [11] Young-Jae Heon, Seung-Kyo Choi, Jae-Chul Kim, "Implementation of Simulated Annealing for Distribution System Loss Minimum Reconfiguration", 48A-4-4.
- [12] B. Venkatesh, H. B. Gooi, "Optimal Reconfiguration of Radial Distribution Systems to Maximize Loadability", IEEE Transactions on Power System, Vol. 19, No. 1, FEBRUARY 2004, pp. 260-266.
- [13] Ji-Pyng Chiou, Chung-Fu Chang, and Ching-Tzong Su, "Variable Scaling Hybrid Differential Evolution for Solving Network Reconfiguration of Distribution Systems", IEEE Transactions on Power System, Vol. 20, No. 2, May 2005, pp. 668-674.

#### 저 자 소 개



#### 서 규 석 (徐圭錫)

1975년 11월 4일생. 2003년 경북대학교 공대 전기공학과 졸업. 2005년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2005년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.  
Tel : (053)940-8802  
E-mail : kikidang@nate.com



#### 김 정 년 (金定年)

1969년 2월 21일생. 1994년 경북대 공대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1998년~현재 LS전선(주) 전력연구소 재직  
Tel : (054)469-7627  
E-mail : jnkim@cable.lg.co.kr



#### 백 영 식 (白榮植)

1950년 7월 8일생. 1974년 서울대 전기공학과 졸업. 1977년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1977년 명지대 전기공학과 조교수. 현재 경북대 전자전기공학부 교수.  
Tel : (053)950-5602  
E-mail : ysbaek@mail.knu.ac.kr