

VISUAL BASIC을 이용한 저압회로의 단락용량계산 프로그램 개발

(A Program for Short-Circuit Capacity Calculations of Low-Voltage Circuit using the VISUAL BASIC)

최동진*
(Dong-Jin Choi)

요 약

최근 전력규모의 확대에 따라 안정된 전력의 공급을 위협하는 전력계통의 고장이 급속히 증가되고 있으며, 그 중 단락전류의 계산에 대하여 지금까지는 대부분 수작업으로 계산을 하여왔다. 본 논문에서는 이러한 종전의 수작업에 의존하여 단락용량 계산서를 작성했던 방법을 Visual Basic을 접목시켜 프로그램화 하여 사용함으로써 전기설비에 대한 차단 용량 값을 정확하게 산출하여 계통도 안정 및 부하설비에 대한 신뢰성을 확보할 수 있도록 하였다. 앞으로 이에 대한 연구는 전기설비관련 분야의 설계 및 시공분야에서 폭넓게 사용하게 될 것이다.

Abstract

With the recent expansion of electric capacity, troubles in the electric system threatening the stable electricity supply are rapidly increasing. However, most of the current short-circuit capacity calculations have been made manually. This research focuses on the development of a program which uses the Visual Basic. We can obtain the stability in the system diagram and the reliability of the loaded facilities by calculating an exact breaking capacity for each electric facility with this method. We expect that this research can be widely used for the design and construction of the electric facilities in the future.

Key Words : Short-circuit Capacity Calculations, Visual Basic, Program

1. 서 론

전력 계통(power system)을 가장 경제적으로 안

전하게 운전하여 양질의 전력을 어느 때나 수용가에 게 배분해 주는 것이 곧 전력 계통의 운용이다. 실제의 운용에 있어서는 일상의 부하 동향을 충분히 파악하고, 이에 대응할 수 있도록 발전 및 수송 설비의 각 요소를 원활하게 상호 협조시켜 가면서 운용해야 하며 해마다 증가되고 있는 전력수요와 더불어 고도 정보화 사회에 있어서 전기설비에 대한 적정한 단락 용량을 요구하고 있다[1]. 또한 전력계통의 고장전류

* 주저자 : 경원대학교 공대 전기·소방공학부 교수
Tel : 031-750-5345, Fax : 031-750-5577
E-mail : djchoi@kyungwon.ac.kr
접수일자 : 2007년 6월 4일
1차심사 : 2007년 6월 5일
심사완료 : 2007년 6월 14일

증가로 일부 계통의 최대 고장전류는 이미 기존 차단기의 정격 차단용량을 초과하게 되어 전력계통에서의 고장 발생 시 안정된 고장 차단을 보장할 수 없기 때문에 사고의 확대 파급이 우려될뿐만 아니라 상위 용량 차단기의 개발요구 및 이의 교체에 필요한 투자비의 상승을 초래하고 있으며 하위 부분의 차단기에 대한 차단용량 계산도 필요로 하고 있다.

최대 통과전류로서의 최대 단락전류를 계산하여 검토, 대책을 세우고 단락고장 발생시에는 기기 보호 및 단락강도 협조가 되도록 설비의 안전, 신뢰성 확보를 꾀하여야 한다. 이에 대한 단락용량 계산은 대부분 수작업에 의존하여 사용되어 지고 있는 현실이다.

또한 단락용량의 계산방법이 난해하여 전기관련 지식이 많지 않은 사람들은 쉽게 접근을 할 수가 없어 일반 전기 기술자들이 실무에 많은 어려움을 겪고 있다.

그리하여 본 연구에서는 설계(CAD)와 계산서를 접목시켜 전기 전로에 대한 각종 임피던스 값을 DATABASE화 하였으며, Visual Basic을 이용하여 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 하였다.

2. 고장 계산

고장계산은 전력계통에서 발생하게 되는 전기적 고장상태를 해석함으로써 안정된 전력계통 운용이 가능하도록 하여야 한다. 그리고 일반적인 고장 발생빈도를 살펴보면 3상 단락 고장은 5[%], 1선 지락 고장은 70[%], 선간단락은 15[%], 2선 지락 고장은 10[%]를 차지하고, 계통에서 가장 고장전류가 큰 경우는 영상 임피던스 값에 좌우되지만 일반적으로 3상 단락고장의 발생이다.

단락전류를 차단하기 위해서는 그 회로의 전압이나 단락전류의 크기에 따른, 회로구성에 적합한 차단기, 전력퓨즈 등의 기구로 선정 설치한다.

2.1 단락전류와 비대칭 계수

단락사고가 일어난 경우 그 사고 지점에는 사고 점을 향해 큰 전류가 흐르게 된다. 교류 분을 실효치로 표시한 단락전류를 대칭단락전류라 하고 직류

분을 포함한 실효치로 표시되는 단락 전류를 비대칭 단락전류라 한다. 단락고장이 발생하면, 그때까지 정상선 임피던스와 부하 임피던스로 정상전류를 공급하고 있던 것이 전원과 고장장점까지의 임피던스만이 되어, 전류 값은 기여전류도 포함해서 그림 1과 같이 대폭 상승하고 동시에 전압은 0 가깝이까지 저하한다[2-3]. 그림 1에서 사고전류의 교류 분을 A, 직류 분을 B라 하면

$$\text{대칭값전류 } I_s = A/\sqrt{2} \text{ (실효값)} \tag{1}$$

$$\text{비대칭값전류 } I_a = \sqrt{(A/\sqrt{2})^2 + B^2} \text{ (실효값)} \tag{2}$$

$$\text{직류함유율 } D = B/A \times 100[\%] \tag{3}$$

이다. 교류 분은 단락 발생 후, 회전기 리액턴스의 비선형 변화에 따라 감쇠하여 일정한 지속전류가 된다[3].

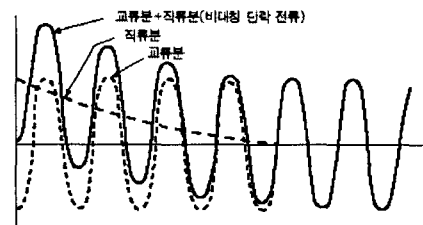


그림 1. 단락사고 전류의 파형
Fig. 1. A wave form of Short-Circuit current

2.2 고장전류 계산

단락에는 단상단락(선간이 단락) 및 3상 단락(각상 전부가 단락)의 2종류가 있으며 정밀한 계산은 매우 어렵지만 보통 Ohm법(Ohmic method), 퍼센트(%) 법(percentage method), 단위법(per unit method)이 사용되고 있다[4-6].

2.2.1 Ohm법(Ohmic method)에 의한 계산

Ohm법에 의한 계산 방법은 고장 점의 성형전압 [V]을 고장 점에서 본 전 계통의 임피던스로 나누어 구하는 방법이다. E를 회로의 성형전압[V], Z_g를 발전기, Z_l를 변압기, Z_i을 선로의 임피던스[Ω]라고 하

VISUAL BASIC을 이용한 저압회로의 단락용량계산 프로그램 개발

면, 3상 단락전류 I_s [A]는 다음 식으로 계산된다.

$$I_s = \frac{E}{Z_g + Z_l + Z_i} \text{ [A]} \quad (4)$$

이 경우 각 부분의 임피던스는 기준전압 E로 환산한 것을 사용하여야 한다.

2.2.2 퍼센트(%)법에 의한 계산

[%] 임피던스란, 그 임피던스에 정격전류를 흘려보낸 경우에 발생하는 전압강하와 회로의 전압 비를 [%]로 나타낸 것이다. 그림 2와 같은 전기회로에서

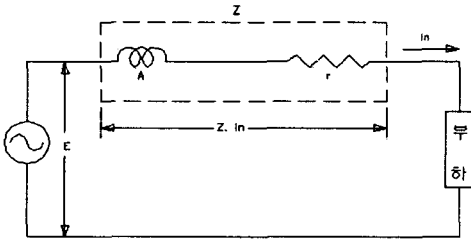


그림 2. %임피던스 설명도
Fig. 2. Schematic of % Impedance calculation

%Z는

$$\%Z = \frac{Z \cdot I_n}{E} \times 100 [\%] \quad (5)$$

단, Z : 현재 대상으로 한 회로부분의 임피던스
 I_n : 정격전류[A], E : 회로전압[V]

로 표현된다.

3상 회로에 있어서 [%]임피던스는 기준전압을 선간전압 E_L , 기준용량을 정격 3상 용량 P_n 을 이용하여 다음과 같이 나타낸다.

$$\%Z = \frac{Z I_n}{E_L / \sqrt{3}} \times 100 = \frac{Z P_n}{E_L^2} \times 100 \quad (6)$$

부하 단에서 3상 단락사고가 발생한 때에 흐르는 단락전류 I_s 는, 3상평형회로이므로

$$I_s = \frac{E_L / \sqrt{3}}{Z} = \frac{I_n}{\%Z} \times 100 \quad (7)$$

이다. 또 이때의 3상 단락용량 P_s 는,

$$P_s = \sqrt{3} = E_L I_s = \frac{P_n}{\%Z} \times 100 \quad (8)$$

이다. 이 계산 방법을 [%]법이라 하고 고장 점에서 본 전력통의 [%]Z가 얻어지면 이것을 사용하여 단락전류가 정격전류의 몇 배인가 하는 배율을 쉽게 알 수 있으므로 실용상 아주 편리하다.

2.2.3 단위법(per unit method)

전력회로의 고장 계산을 할 경우 전압, 전류, 임피던스 등을 볼트, 암페어, 옴[Ω] 등의 단위 그대로를 사용, 계산하는 방법과 어떤 기준이 되는 값에 대한 백분율로 표시하는 방법(percentage 법)과 기준 값을 1로 표시하는 단위법이 있다. 기준 값보다 크면 비교 값에 기준 값으로 나누면 1보다 큰 것을 알 수 있다. 즉 이 방법은 %Z를 1/100로 환산해 준 값을 나타낸다. 현재 실제 계통에서는 %임피던스 대신에 이 계산방법을 많이 사용한다.

3. 계통 임피던스의 산출

3.1 기준용량의 결정

단락전류를 산정하는 경우, 먼저 전기기계기구나 선로 임피던스를 기준용량으로 맞추는 것으로 부터 착수한다.

전기설비 계통의 [%] 임피던스를 합성하여 단락전류를 산정하는 경우

$$\%Z_B = \%Z_A \times \frac{P_A}{P_B} \quad (9)$$

가 된다. 여기서, [%]Z_B는 용량 P_A[MVA]를 기준으로 [%] 임피던스 [%]Z_A를 용량 P_B[MVA] 기준의 [%] 임피던스로 환산한 것이다. 기준용량은 계통의 규모에 대해 100[MVA]나 10[MVA]가 사용되지만, 고압수전의 건축 전기설비에서는 1,000[kVA]가 사용되는 일이 많다[8].

3.2 전원 임피던스

전원 임피던스는 전력회사에서 장차 증설에 대비하여 예정을 포함해 제시되는 것이지만, 제시할 수 없는 경우에도 수전용 차단기의 필요 차단용량은 반드시 제시되므로, 그 수치를 이용하여 다음과 같이 추정한다.

수전 점에서 전원 측을 볼 때 [%]Z는

$$\%Z = \frac{P_n}{P_R \times 10^3} \times 100[\%] \quad (10)$$

단, P_n : 기준용량[kVA]

P_R : 수전용 차단기에 요구되는 차단용량[MVA]이다.

3.3 발전기(GENERATOR)의 임피던스

발전기의 임피던스는 저항 분을 생략하여 리액턴스만을 고려하여 계산한다. 단락고장계산에는 고장 차단까지의 시간이 짧으므로, 초기과도 리액턴스 X_d'' 가 사용된다. 발전기의 용량이나 극수에 의해 수치가 다르지만, 그 계수는 표 1과 같다[2].

표 1. 동기기의 %임피던스 리액턴스(X_d'')(2)
Table 1. [%] Impedance reactance(X_d'') of synchronous machinery(2)

기 종	[%] X_d''
2극 터빈 발전기	7~14
4극 터빈 발전기	12~17
계동권선부착 철극 발전기 및 전동기	13~35
계동 권선 없는 철극 발전기	20~45
디젤 발전기	20~30
6극 전동기	10

3.4 변압기의 Impedance

변압기는 정지 기기이므로 정상 분과 역상 분 임피던스는 동일하다. 일반적으로 고전압, 대용량의 변압기일수록 Impedance값이 크고 전압이 낮으며 소용량일수록 Impedance값이 작아지는 경향이 있다.

① [%] Impedance는 명판에 기재된 값을 쓰고 기준 MVA로 환산 한다. 3권선변압기에서 각 권선의 용량이 다를 때는 용량이 적은 쪽을 기준으로 한다.

② V결선 변압기는 엄밀히는 각 상의 Reactance가 다르지만 편의 상 Δ 결선으로 취급한다.

③ [%] Impedance가 다른 단상변압기를 조합했을 때 Bank는 그중 최소치를 쓴다.

변압기의 [%] 임피던스를 기준 Base로의 환산법은 다음과 같다.

$$\%Z_T = \frac{P_n}{P_A} \times \%Z = \frac{P_n}{P_A} \times (\%R + \%jX) \quad (11)$$

단, P_n : 기준용량[kVA], P_A : 설비용량[kVA]
전력용 변압기에 대한 임피던스 값은 표 2와 같다.

표 2. 전력용 변압기의 표준 Impedance(3)
Table 2. Standard impedance of a transformer for electric power(3)

용량 [kVA]	1 Φ 변압기%Z		3 Φ 변압기%Z		용량 [kVA]	1 Φ 변압기%Z		3 Φ 변압기%Z	
	%R	%X	%R	%X		%R	%X	%R	%X
3	2.2	1.7	-	-	150	-	3.6	2.0	4.0
5	2.2	1.7	-	-	200	-	3.6	1.9	4.6
7.5	2.2	1.7	-	-	250	-	-	1.9	4.6
10	1.6	1.6	2.7	1.3	300	-	-	1.7	4.7
15	1.6	1.6	2.7	1.3	500	-	-	1.2	4.9
20	1.6	1.6	2.7	1.3	750	-	-	2.6	5.1
30	1.6	1.6	3.5	3.5	1,000	-	-	2.1	5.3
50	1.3	2	3.5	3.6	1,500	-	-	1.7	5.5
75	1.2	3.5	2.5	4.9	2,000	-	-	1.4	5.6
100	1.2	3.5	2.5	3.7	-	-	-	-	-

3.5 전로 Impedance

전로 임피던스는 전선, 케이블 등 선로를 구성하는 임피던스로 개폐기, 변류기(CT) 등 기기임피던스로 구성되어 있다.

3.5.1 저압 선로 Impedance

전선, 케이블 등의 선로임피던스는 저항 $R[\Omega]$, 리액턴스 $X[\Omega]$ 를 [%]R, [%]X로 환산하여 사용한다. 선로에 대한 [%]Z_L 환산 식은 다음과 같다.

VISUAL BASIC을 이용한 저압회로의 단락용량계산 프로그램 개발

$$\%Z_L = \frac{P_N}{10 \times V^2} \times \%Z \times L = \frac{P_N}{10 \times V^2} \times (\%R + \%X) \times L \quad (12)$$

단, P_N : 기준용량[kVA], L : 선로의 길이[m]
표 3 에는 저압선로의 Impedance값을 나타내었다.

표 3. 저압선로의 Impedance(7)
Table 3. Impedance of a low voltage line(7)

단면적 [mm ²]	R[Ω/km]	X[Ω/km]		단면적 [mm ²]	R[Ω/km]	X[Ω/km]	
		1Φ선로	3Φ선로			1Φ선로	3Φ선로
1.5	8.573	0.1617	0.1152	50.0	0.603	0.1378	0.1026
2.0	5.487	0.1606	0.1152	70.0	0.477	0.1401	0.1047
4.0	3.248	0.1585	0.1156	95.0	0.365	0.1368	0.1024
6.0	2.144	0.1558	0.1152	120.0	0.2330	0.1342	0.1004
10.0	3.195	0.1519	0.1156	150.0	0.2330	0.1312	0.0984
16.0	2.198	0.1558	0.1152	185.0	0.1878	0.1289	0.0968
25.0	1.278	0.1434	0.1063	240.0	0.1523	0.1309	0.0981
35.0	0.817	0.1447	0.1076	300.0	0.1279	0.1289	0.0968

3.5.2 차단기의 Impedance 값

표 4 와 표 5에 ACB 및 MCCB에 대한 Impedance 값을 나타내었다.

표 4. ACB의 (%) Impedance(380(V) 60(Hz))(3)
Table 4. (%) Impedance of ACB(380(V) 60(Hz))(3)

ACB정격	[%]X
100[A] 20[kA]	3.29
200[A] 20[kA]	0.50
600[A] 20[kA]	0.24
600[A] 40[kA]	0.50
1000[A] 40[kA]	0.09
2000~3000[A] 70[kA]	0.06

표 5. MCCB의 (%) Impedance(3)
Table 5. (%) Impedance of MCCB(3)

정격(AF)	380[V] 60[Hz]		정격(AF)	380[V] 60[Hz]	
	[%]R	[%]X		[%]R	[%]X
15	4.13	0.09	175~225	0.025	0.09
20	3.03	0.09	250~300	0.12	0.09
30	1.94	0.09	350~400	0.09	0.09
50~75	0.64	0.09	500~600	0.05	0.09
100~150	0.45	0.09	700~800	0.04	0.09

3.6 전동기 [%] Impedance

유도 전동기의 경우는 단락 발생 후 단시간의 임피던스이므로 과도 리액턴스로 생각하여야 하며 수치가 정확하지 않을 경우는 표 6의 값을 이용하면 된다[2].

표 6. 유도전동기의 (%) 임피던스(3)
Table 6. (%) Impedance of induction motor(3)

기종	[%]X
저압전동기	25[%]
고압전동기	20[%]

전동기 용량은 출력 [kW]로 표시되어 있으므로, 전동기 역률, 효율을 고려한 입력 [kVA]로 산출할 필요가 있다. 명판에 기재되어 있는 정격전압, 정격전류로 입력 kVA는 계산에 의해 산출할 수 있다. 3상유도전동기의 경우, 입력은

$$P_m = \sqrt{3} E_n I_n \quad (13)$$

단, P_m : 전동기의 입력 [kVA],
 E_n : 정격전압[V], I_n : 정격전류[A]

이다. 정격전류를 확인할 수 없는 경우에는 간이계산으로 [kW]의 1.5배 수치를 입력 kVA로 한다.

[%] $X_M = 25[%]$ 로 하여 기준용량 P_{SM} Base로 환산하면 전동기 리액턴스([%] X_M)는 다음과 같다.

$$[\%]X_M = (P_{SM}/P_M) \times 25[\%] \quad (14)$$

단, P_{SM} : 전동기 회생전류에 의한 단락용량 Base
 P_M : 전동기 출력 [kVA]

4. Programming Works

4.1 DATA BASE 구조

CalcData, CalcMast 및 ReportTmp

4.1.1 CalcData의 테이블 및 필드, 인덱스 구성

1) BOM_LTitle
인덱스갯수 : 1

인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +LCode

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
LCode	dbLong	4		
Serial	dbLong	4	0	
LTitle	dbText	50		

2) BOM_STitle

인덱스갯수 : 2
 인덱스 명 : LCode1
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +LCode
 인덱스 명 : SCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +SCode

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
LCode	dbLong	4	0	
SCode	dbLong	4		
Serial	dbLong	4	0	
STitle	dbText	50		

3) 테이블 명 : BomShort

인덱스갯수 : 3
 인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC): +LCode

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
LCode	dbLong	4	0	
SCode	dbLong	4	0	
Kind	dbLong	4		
Serial	dbLong	4	0	
L1_Data1	dbText	20		
L1_Data2	dbText	20		
L1_Data3	dbText	15		

4) 테이블 명 : BOMTitle

인덱스갯수 : 0

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
BOMT01	dbText	50		
OMT01	dbText	50		
BOMT02	dbText	50		
BOMT03	dbText	50		
BOMT04	dbText	50		

BOMT05	dbText	50		
BOMT06	dbText	50		
BOMT07	dbText	50		
BOMT08	dbText	50		
BOMT09	dbText	50		
BOMT10	dbText	50		

5) 테이블 명 : BomTR

인덱스갯수 : 3
 인덱스 명 : CodeKind
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +LCode
 인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : + SCode
 인덱스 명 : Serial
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC): + Serial

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
ComName	dbText	50		
SCode	dbLong	4	0	
Serial	dbLong	4	0	
L2_Data2	dbSingle	4	0	
L2_Data3	dbSingle	4	0	
L2_Data4	dbSingle	4	0	
L2_Data5	dbSingle	4	0	

6) 테이블 명 : UserDef

인덱스갯수 : 0

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
ComName	dbText	50		
CutName	dbText	10		
ComNum	dbText	25		
ComADD	dbText	100		
ComKind1	dbText	50		
ComKind2	dbText	50		
ComTel	dbText	20		
ComFax	dbText	20		

4.1.2 CalcMast의 테이블 및 필드, 인덱스 구성

1) 테이블 명 : iAFAT

VISUAL BASIC을 이용한 저압회로의 단락용량계산 프로그램 개발

인덱스갯수 : 4
 인덱스 명 : AF
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +AF
 인덱스 명 : AMP
 인덱스 명 : AT
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +AT
 인덱스 명 : KIND
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +KIND

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
KIND	dbText	10		
MaxA	dbingle	4	0	
AF	dbSingle	4	0	
AT	dbSingle	4	0	

2) 테이블 명 : ShortAMP
 인덱스갯수 : 1
 인덱스 명 : ShortA
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +ShortA
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +ShortA

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
ShortA	dbSingle	4	0	

3) 테이블 명 : TR
 인덱스갯수 : 1
 인덱스 명 : KVA
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +KVA

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
KVA	dbSingle	4	0	
P1_R	dbSingle	4	0	
P1_X	dbSingle	4	0	
P3_R	dbSingle	4	0	
P3_X	dbSingle	4	0	
Remake	dbText	20		

4.1.3 ReportTmp 의 테이블 및 필드, 인덱스 구성

1) 테이블 명 : BOM_LTitle
 인덱스갯수 : 1
 인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +LCode

2) 테이블 명 : BOM_STitle
 인덱스갯수 : 2
 인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +SCode
 인덱스 명 : LCode1
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : + LCode

3) 테이블 명 : BOMTitle
 인덱스갯수 : 0

Field Name	Type	Size	초기값	Caption
BOMT01	dbText	50		
BOMT02	dbText	50		
BOMT03	dbText	50		

4) 테이블 명 : BomTR
 인덱스갯수 : 3
 인덱스 명 : CodeKind
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +LCode
 인덱스 명 : LCode
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +SCode
 인덱스 명 : Serial
 인덱스수식(+ : ASC, - : DESC) : +Serial

4.2 Program Coding

4.2.1 Data 분류 등록 입력창

Project를 수행하기 위한 기본적인 사항을 입력하는 창
 Option Explicit
 Private Sub SListLineDelete(Optional dblLCode
 As Double, Optional dblSCode As Double)
 "소분류에 관련 데이터 삭제
 Dim CalcSListDB As Database
 SetCalcSListDB
 DBEngine.Workspaces(0).OpenDatabase(gstrPrj
 FilePath)
 If dblSCode = -999 Then
 CalcSListDB.Execute("Delete * From
 BomShort Where
 datLBOM.Database.Close

```

End If
  If Not datSBOM.Recordset Is
  Nothing Then
    datSBOM.Database.Close
  End If
End Sub

```

4.2.2 Transformer에 대한 Data 값 입력
Transformer에 대한 기본 값을 입력하는 창

```

Private Sub cmdTRCalc_Click()
  "%Z=(P(Kva)*%z)/(10*v^2(Kva))
  Dim dblTR_R As Double
  L2_Data11.Text = Format(dblTR_R / dblVolt,
  "#####0.0#")
  L2_Data12.Text = Format(dblTR_X /
  dblVolt,
  Public Function TRCapacity(dblValue As
  Double) As
  Double
    "변압기 정격전류
    "In = P(kva) / Sqr(3) * V(kv)
    On Error Resume Next
    TRCapacity = Val(Format(1000 / (Sqr(3) *
    (dblValue / 1000)), "#####0.0#"))
End Functi

```

4.2.3 선로에 대한 Data값 입력
Wire & Cable에 대한 Data값 입력

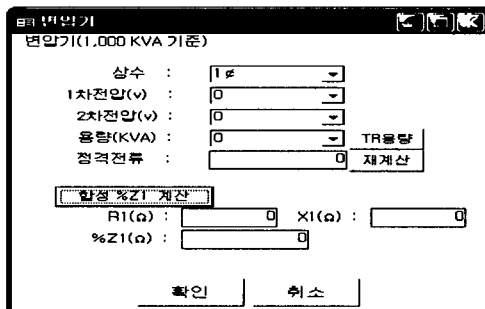


그림. 3. TR data 입력창
Fig. 3. TR data input window

```

"%Z=(P(Kva)*%z)/(10*v^2(Kva))
Dim dblWireDist As Double
Dim dblTR_R As Double
Dim dblTR_X As Double
Dim dblVolt As Double
Dim dblData_R2 As Double
Dim dblData_Sum As Double
dblTR_R = 1000 * Val(" " & L3_Data7.Text)
  If Trim(L3_Data0.Text) = "1 0" Then
    dblTR_X = 1000 * Val(" " & L3_Data8.Text)
  Else
    dblTR_X = 1000 * Val(" " & L3_Data9.Text)
  End If
L3_Data11.Text = Format(dblTR_R *
  dblWireDist / dblVolt, "#####0.0#")
L3_Data12.Text = Format(dblTR_X *
  dblWireDist / dblVolt, "#####0.0#")
  dblData_R2 = Val(" " &
  L3_Data11.Text)

```

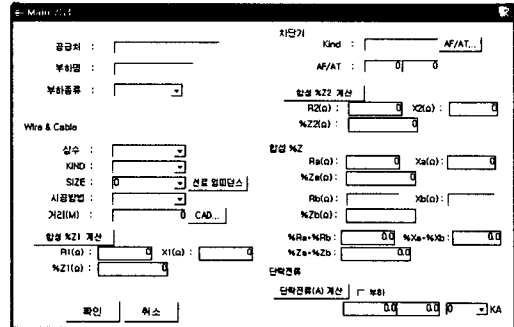


그림 4. Data 입력창
Fig. 4. Data input window

4.2.4 Circuit Breaker에 대한 Data값 입력
Main 및 Sub에 대한 차단기 값 입력

```

Public dblIPCode As Double
Public dblIPKind As Double
Dim strTRData1 As String "상수
.
.
Dim dblData6XSum As Double

```


VISUAL BASIC을 이용한 저압회로의 단락용량계산 프로그램 개발

```
Dim dblData6ZSum As Double
On Error Resume Next
dblData6_Data3 = 0
dblData6_Data3 = Val(""" & L6_Data3.Text)
If L6chk.Value <> 0 Then
    dblData6_Data8 = Val(""" & L6_Data8.Text)
End If
dblData6RSum = Val(""" & L6_Data1.Text) +
Val(""" & L6_Data6.Text)
dblData6XSum = Val(""" & L6_Data2.Text) +
```

번호	공급차	부하량	거리	선로	시공방법	단락전류	외부전류	시정수	AF	AI	단락용량	고	
1	11-1	L1	20	200	간선	26.3	6883.47	6.88	W33	SP	400	400	10
2	11-1	L2	30	200	간선	29.73	6395.47	6.33	W33	SP	400	400	10
3	11-1	L3	30	200	간선	29.73	6395.47	6.33	W33	SP	400	400	10
4	11-1	L4	70	125	간선	33.79	5711.47	5.71	W33	SP	400	400	10
5	11-1	L5	75	400	간선	35.81	5362.47	5.36	W33	SP	400	400	10

그림 5. 입력된 Data 창
Fig. 5. Data window after data input

5. 결 론

최근 전력규모의 확대에 따라 발전 및 수송설비의 각 요소를 원활하게 상호 협조시켜 운용하기 위해서는 적절한 단락용량을 가진 기기를 사용 할 필요가 있다. 이에 대한 단락용량 계산을 지금까지는 대부분 수작업에 의존하여 사용되어 지고 있는 현실이다. 이러한 종전의 수작업에 의존하여 단락용량 계산서를 작성했던 방법을 Visual Basic과 CAD를 접목시켜 프로그램화 함으로서

(1) 각종 Data값을 DATABASE화하여 사용함으로써 전기설계의 품질을 향상시켜 안정성을 확보할 수가 있다.

- (2) 수작업으로 계산하던 종래의 방법을 프로그램화하여 작업함으로써 인건비의 절감 효과를 가져 올 수가 있다.
- (3) 각종 전기기기 및 전기설비의 안정도 향상으로 생산성 증가 효과를 낼 수 있어 경쟁력을 높일 수가 있다.

이상과 같이 본 연구가 전기실무에 적용되어 각종 기기에 대한 단락용량 계산에 많은 도움이 된다는 결과를 얻게 되었으며 전기설계의 프로그램화는 전기의 각종계산을 정확하고 신속하게 하는 방법이므로 계속하여 앞으로 많은 연구가 진행되어야 할 것이다.

References

- (1) G. Y. SONG "Interpretation of an electric power system and an application" p12~19 1996.
- (2) H. N. CWAk and Y. G. JUNG "Key basic technology of electricity equipment" p.116~119, p127~136 2000.
- (3) CIDAR Publication "An electricity equipment technical calculation handbook" 1-76~77 1985.
- (4) G. M. GANG "New edition electric power transmission" p265~266 1988.
- (5) M. C. SHIN "New edition transmission distribution of power engineering" p212~215, p232~235 2002.
- (6) G. Y. SONG "The latest transmission distribution of power engineering" p274~277 1999.
- (7) Electric Wire Data of LS Writing p412 2005.
- (8) S. N. KIM "A plan and a design of electricity equipment" p96~97, p108~109 1992.

◇ 저자소개 ◇

최동진 (崔東震)

1945년 8월 6일생. 1972년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1980년 연세대학교(석사). 1985년 중앙대학교(박사). 1997년 동경공업대 전자물리과 해외 파견교수(학진). 2004년 Johns Hopkins대 전기공학과 연구교수. 현재 경원대학교 공대 전기·소방공학부 교수.