

기술기준에 의한 거리계전기 정정 시 오차 검토

문수철

한국원자력안전기술원

목차

1. 서론

2. Setting 시 고려사항 검토

3. 2I_r Tolerance 검토

4. 검토결과

5. 결론

6. 참고자료

1. 서론

1. 거리계전기(2IR)

- Main(송전선로), Backup(주발전기)
- 3단계 한시용 거리계전방식
 - 발전정지 및 원자로 정지 유발 영향 가능 기기

2. 등급분류에 따른 기술기준 적용

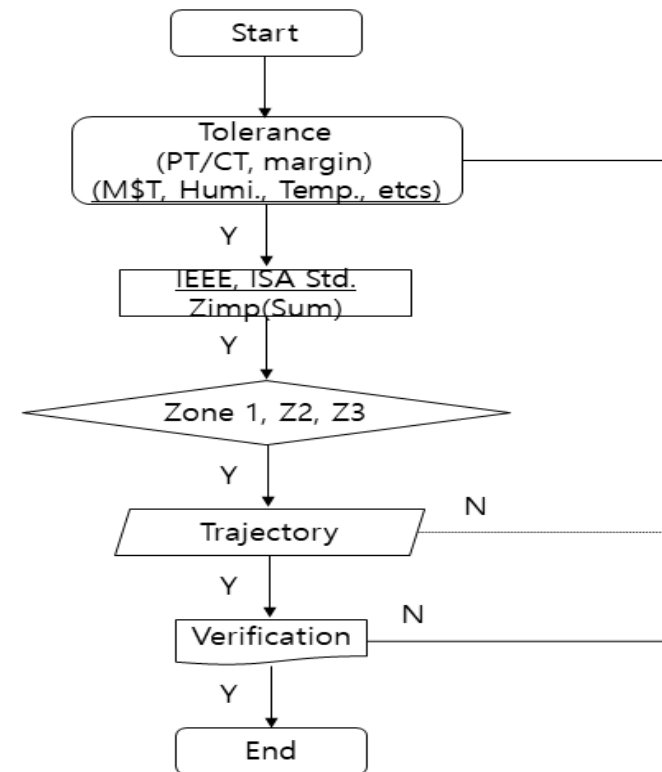
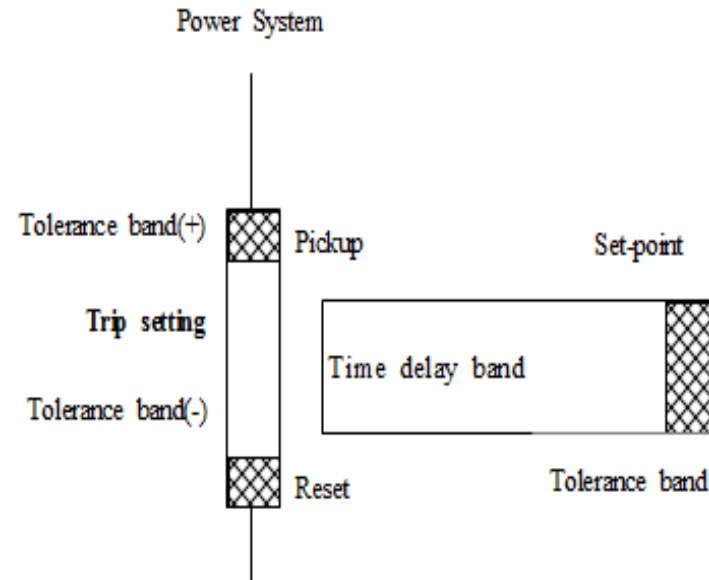
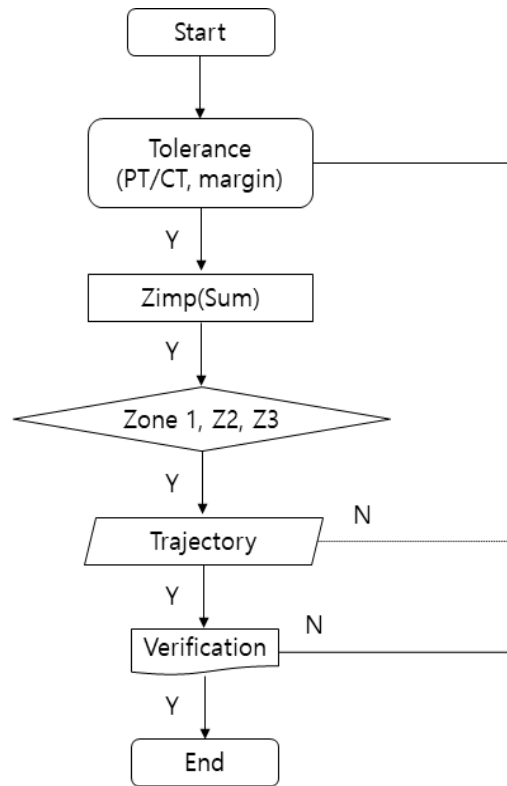
- (안전) ANSI/ISA 67.04.01과 IEEE 741 적용
 - 검토: Uncertainty 및 적용성(Independent와 Dependent)
- (비안전) 국내 운영기준 or IEEE C37.113
 - (미국) 단락과 지락 구분하지 않음
 - (한국) 단락과 지락 구분, 정정기준에 대한 명확한 오차 없음
 - (Zone1) 지락 시 자기구간의 70~75%, 단락 시 80~85%에 정정, 해외 Eng.수행시 정정계산 기준 혼재

3. 검토방향

- 안전등급 기술기준 IEEE 741과 ANSI/ISA 67.04.01에 따른 기기의 불확실도와 적용성 검토

2. Setting 시 고려사항 검토(I/4)

2.1 검토절차 비교 및 2.2 검토사항



2. Setting 시 고려사항 검토(2/4)

2.3 Setting 계산에 필요한 검토사항

2.3.1 IEEE 741에 의한 IE Protective relay setting 오차(Tolerances)

- a) Operating tolerances
 - (1) Ambient temperature variations;
 - (2) Relay control power variations;
 - (3) Accuracy class of potential transformers;
 - (4) Repeatability of the relays.
- b) Setting tolerances
 - (1) Meter accuracy;
 - (2) Meter calibration tolerance;
 - (3) Setting tolerance permitted by procedures.

2.3.2 ANSI/ISA 67.04.01에 의한 IE 보호계전기 setting 오차(Tolerances)

- a) reference accuracy, including
 - (1) conformity (linearity)
 - (2) hysteresis
 - (3) dead band; and
 - (4) repeatability
- b) power supply voltage changes
- c) power supply frequency changes
- d) temperature changes
- e) humidity changes
- f) pressure changes
- g) vibration (in service)
- h) radiation exposure
- i) analog-to-digital (A-D) conversion
- j) digital-to-analog (D-A) conversion.
- k) Ambient temperature variations

2. Setting 시 고려사항 검토(3/4)

2.4 ISA ANSI/ISA 67.04.01 허용오차 계산방법

2.4.1 Square-root-sum-of-squares method (SRSS), By ISA-67.04.01-2000, 4.4.1 (independent uncertainty)

It is acceptable to combine uncertainties that are random, normally distributed, and **independent** by the SRSS method.

When two independent uncertainties, $(\pm a)$ and $(\pm b)$, are combined by this method, the resulting uncertainty is $(\pm c)$, where $c = (a^2 + b^2)^{1/2}$.

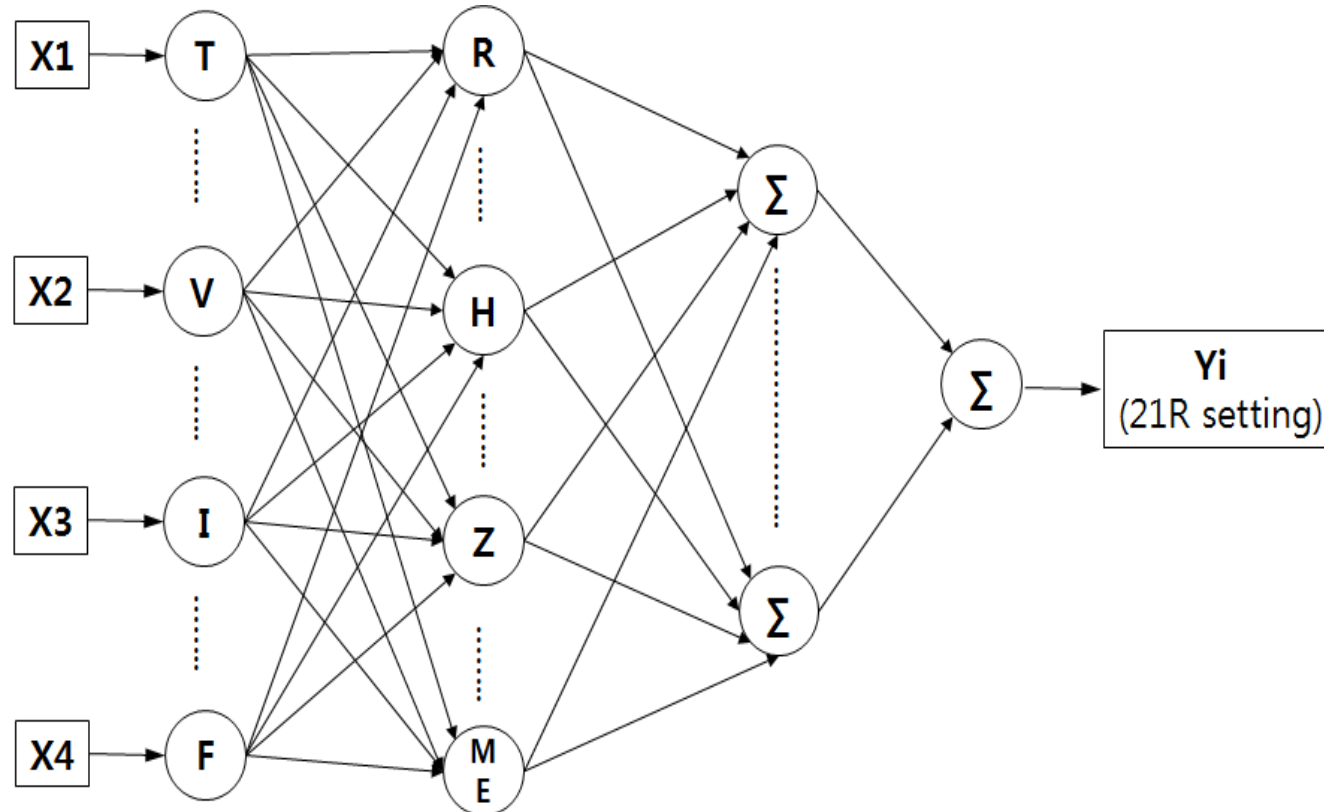
2.4.2 Algebraic method, By ISA-67.04.02-2000, 6 (dependent uncertainty)

It is acceptable to combine uncertainties that are not random, not normally distributed, or are **dependent** by the algebraic method.

In this method, the combination of two dependent uncertainties, $(+a, -0)$ and $(+0, -b)$, results in a third uncertainty distribution with limits $(+a, -b)$, where $c = \text{sqrt}(a + b)^2$.

2. Setting 시 고려사항 검토(4/4)

2.5 사전 영향평가 고려사항



3.2 IR Tolerance 검토(1/3)

구분	IEEE C37.113	국내 운영기준
ZONE 1	80~90%(순시) (10~20% safety margin errors in the current and voltage transformers, inaccuracies in line impedance data)	80~85%(단락) 70~75%(지락)
ZONE 3	120% (15-30cycles)	125% (0.4sec=24cycles)/345kV (0.34sec=20.4cycles)/154kV
ZONE 3	200%(time +coordination)	225%(1.67sec=100.2cyc)

* 일부 논문⁶⁾ (85% 의미): CT/PT(각각 5%), 선로 임피던스(3%), 계산오차(±5%) 등의 오차(18%)와 Margins

3.2 I Tolerance 검토(2/3)

3.1 본 연구에 사용한 기기별 Tolerances (Uncertainly)

- a) Relay tolerance : $\pm 5\%$
- b) Relay cont. volt variation : $\pm 0.25\%$
- c) Relay amb. Temp. variation : $\pm 0.625\%$
- d) Test Equipment : $\pm 0.3\%$
- e) Margin : $\pm 0.3\%$
- f) PT accuracy : $\pm 0.3\%$ (안전등급용), 일반용 $\pm 5\%$
- g) CT accuracy : $\pm 10\%$ (IEEE C37.110에 따른 10% 이하, KPX는 5% 적용)
- h) Voltage tolerance : $\pm 5\%$ (345kV $\pm 5\%$)

3.2 Tolerance 검토(3/3)

3.2 기존 지침에 의한 계산결과

3.3 제안한 계산결과

구분	적용범위	계산식 및 결과<80~85%(단락), 70~75%(지락)>	구분	적용범위	계산식 및 결과<80~85%(단락), 70~75%(지락)>	
ISA 67.04.1 (ZONE1)	상호 독립적	전압변동 제외	구분	적용범위	계산식 및 결과<80~85%(단락), 70~75%(지락)>	
		전압변동 반영			계산식 및 결과<80~85%(단락), 70~75%(지락)>	
	상호 의존적	전압변동 제외			CT 5%	$\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2} = \sqrt{5^2+5^2+3^2+5^2} = 9.16\% (90.84\%)$
		전압변동 반영			CT 10%	$\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2+e^2} = \sqrt{5^2+10^2+3^2+5^2} = 12.61\% (87.39\%)$
		가			lay(5%)	$\sqrt{a^2+b^2+c^2+d^2+e^2} = \sqrt{5^2+10^2+3^2+5^2+5^2} = 13.56\% (86.44\%)$
		가			CT 5%	$\sqrt{(a+b)^2+c^2+d^2} = \sqrt{(5+5)^2+3^2+5^2} = 11.58\% (88.42\%)$
가	CT 10%	$\sqrt{(a+b)^2+c^2+d^2} = \sqrt{(5+10)^2+3^2+5^2} = 16.09\% (83.91\%)$				
가	lay(5%)	$\sqrt{(a+b)^2+c^2+d^2+e^2} = \sqrt{(5+10)^2+3^2+5^2+5^2} = 16.85\% (83.15\%)$				

4. 검토결과

4.1 기존과 제안한 계산결과 비교

국내(현재)	구분		결과	제안방법
지락(70-75%)	SRSS	CT 5%	9.16%(90.84)	-
		CT 10%	12.61%(87.39%)	-
		Relay 추가	13.56%(86.44%)	11.21%(87.72%)
단락(80-85%)	Algebraic	CT 5%	11.58%(88.42%)	-
		CT 10%	16.09%(83.91%)	-
		Relay 추가	16.85%(83.15%)	21.18%(78.82%)

5. 결론

본 연구에서는 IEEE와 ANSI/ISA의 오차 제안방법에 따른 2IR의 setting 방법 검토

- 정정변수(상호 독립적, 의존적)에 따른 영향 수계산 검토 수행
- 보호계전기 정동작을 위해 계기와 장비 등의 오차 반영 검토
- 실측 자료를 통해 설정범위를 재검토 필요

6. 참고자료

- [1] IEEE Std. 741-2007, IEEE Standard Criteria for the Protection of Class IE Power Systems and Equipment in Nuclear Power Generating Stations. p4
- [2] IEEE C37.113(IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines, 5.1.3.1 Step distance schemes)
- [3] ANSI/ISA-67.04.01-2000, Setpoints for Nuclear Safety-Related Instrumentation
- [4] The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Review on tolerance factors for IE UVR setting at NPPs, pp367~372, Moon Su-Cheol, Kim Kern-Joong, 2011
- [5] 한국전력거래소, 보호장치 운영기준, p4, 2003.5.12.
- [6] JEET, A Probabilistic Approach to the Protection Capability Evaluation of Distance Relay in Transmission Systems, Wen-Hao Zhang, Seung-Jae Lee and Myeon-Song Choi, Journal of Electrical Engineering & Technology Vol. 5, No. 3, pp. 407~414, 2010

감사합니다.

Q & A