



# **AEA 90909**

## **CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN SISTEMAS TRIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA**

### **PARTE 0**

#### **CÁLCULO DE LAS CORRIENTES**



# AEA 90909

## Corrientes de Cortocircuito en Sistemas Trifásicos de Corriente Alterna

### Parte 0: Cálculo de las corrientes

#### ÍNDICE GENERAL

Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
<b>1</b>		<b>General</b>	
	1.1	Dominio de aplicación	7
	1.2	Referencias normativas	8
	1.3	Definiciones	9
	1.4	Símbolos, subíndices y superíndices	13
	1.4.1	Símbolos	13
	1.4.2	Subíndices	15
	1.4.3	Superíndices	16
<b>2</b>		<b>Características de las corrientes de cortocircuito: método de cálculo</b>	
	2.1	General	16
	2.2	Hipótesis de cálculo	18
	2.3	Método de cálculo	18
	2.3.1	Fuente de tensión equivalente en el punto de defecto	18
	2.3.2	Aplicación de componentes simétricas	21
	2.4	Corrientes máximas de cortocircuito	23
	2.5	Corrientes mínimas de cortocircuito	24
<b>3</b>		<b>Impedancias de cortocircuito de los equipos eléctricos</b>	
	3.1	General	24
	3.2	Redes de alimentación	25
	3.3	Transformadores	26
	3.3.1	Transformadores de dos arrollamientos	26
	3.3.2	Transformadores de tres arrollamientos	27
	3.3.3	Factores de corrección de impedancia para transformadores de redes de dos y tres arrollamientos	29
	3.4	Líneas aéreas y cables	30
	3.5	Reactores limitadores de cortocircuito	31



Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
	3.6	Máquinas sincrónicas	32
	3.6.1	Generadores sincrónicos	32
	3.6.2	Motores y compensadores sincrónicos	34
	3.7	Grupos de generación	34
	3.7.1	Grupos de generación con conmutadores bajo carga	34
	3.7.2	Grupos de generación sin conmutadores bajo carga	35
	3.8	Motores asincrónicos	36
	3.8.1	General	36
	3.8.2	Contribución de los motores asincrónicos a las corrientes de cortocircuito	38
	3.9	Convertidores estáticos	39
	3.10	Capacitores y cargas no rotativas	40
<b>4</b>		<b>Cálculo de las corrientes de cortocircuito</b>	
	4.1	General	40
	4.2	Corriente simétrica inicial de cortocircuito $I_k''$	43
	4.2.1	Cortocircuitos trifásicos	43
	4.2.2	Cortocircuitos bifásicos	49
	4.2.3	Cortocircuitos bifásicos a tierra	51
	4.2.4	Cortocircuitos entre fase y tierra	51
	4.3	Corriente pico de cortocircuito $i_p$	52
	4.3.1	Cortocircuitos trifásicos	52
	4.3.2	Cortocircuitos bifásicos	54
	4.3.3	Cortocircuitos bifásicos a tierra	54
	4.3.4	Cortocircuitos entre fase y tierra	55
	4.4	Componente de corriente continua de la corriente de cortocircuito	55
	4.5	Corriente simétrica de ruptura de cortocircuito $I_b$	55
	4.5.1	Cortocircuitos alejados del generador	56
	4.5.2	Cortocircuitos cercanos al generador	56
	4.6	Corriente permanente de cortocircuito $I_k$	60
	4.6.1	Cortocircuito trifásico en un generador o en un grupo de generación	60



Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
	4.6.2	Cortocircuitos trifásicos en redes no malladas	62
	4.6.3	Cortocircuitos trifásicos en redes malladas	63
	4.6.4	Cortocircuitos desequilibrados	63
	4.6.5	Cortocircuito en el lado de baja tensión de los transformadores, si una fase es interrumpida en el lado de alta tensión	64
	4.7	Cortocircuitos en bornes de motores asíncronos	65
	4.8	Integral de Joule y corriente térmica equivalente de cortocircuito	66
<b>Anexo A (Normativo)</b>		<b>Ecuaciones para el cálculo de los factores <math>m</math> y <math>n</math></b>	
<b>Índice de figuras y tablas</b>			
Figura 1		Corriente relativa a un cortocircuito alejado del generador con componente de corriente alterna constante (diagrama esquemático)	16
Figura 2		Corriente relativa a un cortocircuito cercano al generador con componente de corriente alterna decreciente (diagrama esquemático)	17
Figura 3		Caracterización de los cortocircuitos y sus corrientes	19
Figura 4		Ilustración para el cálculo de la corriente simétrica inicial de cortocircuito $I_k''$ conforme al método de la fuente de tensión equivalente	20
Figura 5		Impedancias de cortocircuito de un sistema trifásico de corriente alterna en el punto de defecto $F$	22
Figura 6		Diagrama del sistema y circuito equivalente de la red de alimentación	25
Figura 7		Transformador de tres arrollamientos (ejemplo)	28
Figura 8		Diagrama fasorial de un generador sincrónico en condiciones asignadas	32
Figura 9		Ejemplo para estimar el aporte de los motores asíncronos en relación a la corriente total de cortocircuito	38
Figura 10		Diagrama para determinar el tipo de cortocircuito (figura 3) para la corriente máxima de cortocircuito, referido a la corriente simétrica de cortocircuito trifásico en el punto de falla donde los ángulos de las impedancia de secuencia $\underline{Z}_{(1)}$ , $\underline{Z}_{(2)}$ y $\underline{Z}_{(0)}$ son idénticos	42
Figura 11		Ejemplos de cortocircuitos con alimentación única	44
Figura 12		Ejemplo de una red no mallada	46
Figura 13		Corrientes de cortocircuito y corrientes parciales de cortocircuito para fallas trifásicas entre generador y unidad transformadora con o sin conmutador bajo carga, o en la conexión al transformador auxiliar de una central generadora y en la barra auxiliar $A$	46
Figura 14		Ejemplo de una red mallada alimentada desde diferentes fuentes	50
Figura 15		Factor $K$ para circuitos serie como una función de la relación $R/X$ y $X/R$	52
Figura 16		Factor $\mu$ para el cálculo de la corriente de ruptura de cortocircuito $I_b$	57
Figura 17		Factor $q$ para el cálculo de la corriente simétrica de ruptura de cortocircuito de motores asíncronos	58
Figura 18		Factores $\lambda_{min}$ y $\lambda_{max}$ para turboalternadores	61



Índice de figuras y tablas		Página
Figura 19	Factores $\lambda_{min}$ y $\lambda_{máx}$ para generadores de polos salientes	61
Figura 20	Cortocircuitos en el secundario del transformador, si una fase es abierta en el lado de alta tensión de un transformador <i>Dyn5</i>	64
Figura 21	Factor <i>m</i> para el efecto térmico de la componente de corriente continua de la corriente de cortocircuito (para la programación, la ecuación referente a <i>m</i> está dada en el Anexo A)	67
Figura 22	Factor <i>n</i> para el efecto térmico de la componente de corriente alterna de la corriente de cortocircuito (para la programación, la ecuación referente a <i>n</i> está dada en el Anexo A)	68
Tabla 1	Factor de tensión <i>c</i>	21
Tabla 2	Factores $\alpha$ y $\beta$ para el cálculo de las corrientes de cortocircuito con la ecuación [90]. Relación de transformación asignada $t_r = U_{rTHV} / U_{rTLV}$	65
Tabla 3	Cálculo de las corrientes de cortocircuito en bornes de motores asíncronos (ver 4.7)	66