

Disipación térmica de tableros según la RAEA 90364-7-771 de 2006

Por el Ing. Carlos A. Galizia

Secretario del Comité de Estudios CE-10 de la Asociación Electrotécnica Argentina

Consultor en Instalaciones Eléctricas de BT y MT

Consultor en Seguridad Eléctrica de BT y MT

Auditorías Eléctricas, Proyectos,

Asesoramientos y Dirección de Obra

Dictado de Cursos de Capacitación

Es conocido el hecho de que en muchos tableros que incorporan los llamados PIA (pequeños interruptores automáticos termomagnéticos) que cumplen con la Norma IEC 60898, se produzcan disparos intempestivos de los mismos.

Lo dicho se puede observar en las aclaraciones que se solicitan en foros y en consultorios eléctricos y además a quien escribe estas líneas, se le consulta muchas veces sobre el tema en los cursos de capacitación que dicta.

Llamados a resolver el problema muchas veces los profesionales no aciertan con la solución, ya que piensan en que los PIA disparan por sobrecorrientes (sobrecargas y/o cortocircuitos) cuando en realidad los circuitos están "sanos", es decir no tienen fallas o defectos que impliquen sobrecargas o cortocircuitos. El análisis erróneo que se hace de la situación lleva a cometer un nuevo y más serio error: reemplazar los PIA por otros de mayor corriente asignada I_n (a la I_n actualmente corriente asignada, antes corriente nominal) dejando a los conductores, en ese caso, sin protección por sobrecarga y eventualmente sin protección contra cortocircuitos.

En la gran mayoría de los casos el problema se suscita por dos razones,

- 1) por el montaje adyacente de varios PIA trabajando al 100 % de la I_n o muy cerca de su I_n y
- 2) por la temperatura que se alcanza en el interior de los gabinetes o envoltentes de uso eléctrico utilizados para armar tableros.

Con relación a la I_n se debe recordar algo que todos los especialistas deberíamos conocer: a los PIA, el fabricante les asigna una corriente (corriente asignada I_n) siendo esta la corriente que el PIA puede soportar en servicio ininterrumpido, a una temperatura ambiente de referencia especificada. La temperatura ambiente de referencia normal, según la Norma IEC 60898 es de 30 °C. Si se utiliza una temperatura ambiente de referencia diferente para el PIA, se debe tener en cuenta su efecto sobre la protección de los conductores contra sobrecargas, dado que la corriente admisible I_z de los conductores se basa también en una temperatura ambiente de referencia que de acuerdo con la Reglamentación AEA 90364 es de 40 °C.

Cuando los PIA operan en ambientes de mayor temperatura se modifica la operación de su relé térmico y se comportan como PIA de menor corriente asignada I_n y así se los debe considerar.

Por esa razón la Norma IEC 60898 establece en 8.6.1 que "el fabricante debe poder brindar la información sobre la variación de la característica de disparo para temperaturas diferentes al valor de referencia de 30 °C" (desclasificación por temperatura).

Lamentablemente estos conceptos no se conocen lo suficiente y muchas veces no tenemos en cuenta lo que se indicó en 1), es decir que cuando se agrupan varios interruptores en la misma envoltente (PIA yuxtapuestos trabajando con su corriente asignada al 100% o cerca de ese valor), se ve afectada la característica de desconexión por disparo térmico del interruptor automático y se producen disparos intempestivos por no haberse aplicado los correspondientes factores de corrección que muchos fabricantes dan en forma de tabla o en forma gráfica.

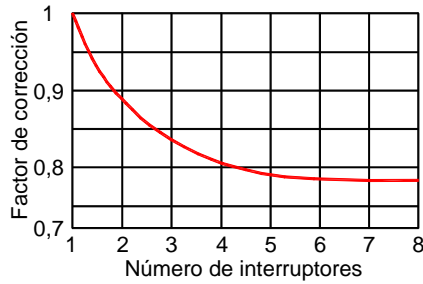
Por ejemplo un fabricante indica en forma de tabla los factores de corrección a aplicar al agrupamiento de sus PIA:

Cantidad de PIA contiguos	1	2-3	4-6	>7
Factor de corrección	1	0,9	0,88	0,85

Un segundo fabricante indica también en forma de tabla los factores a aplicar pero distintos al anterior:

Cantidad de PIA contiguos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>9
Factor de corrección	1	0,95	0,9	0,86	0,82	0,795	0,78	0,77	0,76	0,76

Un tercer fabricante indica mediante un gráfico la reducción a considerar



Con relación a lo indicado en 2) se debe recordar que cualquiera sea el gabinete empleado en el armado del tablero eléctrico (metálico o aislante, pequeño o grande) siempre hay que tener en cuenta cual es la **potencia que el gabinete o envoltente puede disipar** para asegurarse que el **calor de pérdidas** producido por los dispositivos que se montan o instalan en los mismos (PIA, relés térmicos, fusibles, las bobinas de contactores y relés, etc.) como así también el calor de pérdidas producido por las conexiones, conductores, barras, etc. **no supere el valor de potencia disipable por la envoltente**.

La suma de todas estas potencias de pérdida muchas veces alcanza, aún considerando factores de simultaneidad, valores que superan la potencia que el gabinete o envoltente puede disipar. Esto hace que en el interior de los tableros se alcancen valores de temperatura que pueden exceder holgadamente las temperaturas de calibración o ajuste de algunos dispositivos, como por ejemplo los relés térmicos de los PIA (pequeños interruptores automáticos) o relés térmicos asociados a contactores y cuando esto ocurre se pueden producir disparos intempestivos de los mismos o fusiones no deseadas de fusibles.

Problemas como los planteados pueden causar en muchos casos pérdidas económicas importantes por pérdida de continuidad en el funcionamiento u operación de procesos críticos, ya sean administrativos o productivos.

Estas anomalías tienen su origen en la falta de un proyecto previo del tablero, debido a que no se ha realizado el cálculo térmico del mismo, violando lo exigido en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA 90364 tanto en su **Parte 5 Capítulo 55 Sección 552 “Tableros Eléctricos” (cláusula 552.5 “Forma constructiva de los tableros”, como en la edición vigente de dicha Reglamentación aplicable a “Viviendas, Locales y Oficinas”, denominada Reglamentación AEA 90364-7-771 del año 2006, en la que se indica en el artículo 771.20.4 “Forma constructiva de los tableros”, que siempre se deberá verificar que la potencia disipada por los dispositivos, accesorios y aparatos instalados en el interior de las envoltentes no supere la potencia máxima disipable por el gabinete, debiendo ser este último valor un dato garantizado por el fabricante. Para ello la Reglamentación indica diferentes opciones para realizar la evaluación térmica de un tablero armado. La más sencilla y al alcance de todos los instaladores-armadores es la que se indica en 552.7 “Dimensionado térmico de tableros” de la Parte 5 de la Reglamentación AEA 90364 y en el Anexo 771-H, de la Reglamentación AEA 90364-7-771 que es un método de verificación que sigue los lineamientos de la Norma IEC 60670-24, que requiere conocer la potencia disipada por los dispositivos instalados y la potencia que disipa el gabinete (dato que debe dar el fabricante como dato certificado).**

El problema de la disipación se presenta tanto en los gabinetes que cumplen con la Norma IEC 60670-24, en los que la corriente de entrada no puede superar los 125 A, como en aquellos que cumplen con la IEC 62208, que no tienen limitación de corriente de entrada.

Esto es válido para cualquier tipo de envoltente prevista para incorporar dispositivos que disipan potencia, tanto sean metálicas como de material aislante, si bien en estas últimas el problema es de mayor importancia por la mayor resistencia que ofrecen a la disipación del calor frente a los metálicos. En cualquier caso, los fabricantes deberían entregar la potencia que cada envoltente puede disipar para facilitar la tarea de proyecto del tablerista o instalador.

Con relación a las envoltentes que cumplen con IEC 62208, se debe aclarar que si las mismas, una vez equipadas, son previstas para que puedan ser empleadas por personal no capacitado en el riesgo eléctrico (BA1 según la clasificación indicada en la Reglamentación), la corriente de entrada no puede superar los 250 A como se indica en la Norma IEC 60439-3.

Para poder llevar a cabo la evaluación y el cálculo térmico se requiere conocer las potencias disipadas por los dispositivos a montar en el interior del gabinete.

Esos valores deben ser facilitados por los fabricantes de los dispositivos o en caso de no disponerse, se deberán emplear las potencias máximas que cada dispositivo puede disipar según su norma de producto.

Los fabricantes en general diseñan sus dispositivos con potencias de pérdidas menores que las que dan las normas, (estas dan los valores máximos permitidos), y esas pérdidas son diferentes entre productos de distintas marcas. Además cuando se trata de interruptores automáticos con relés térmicos, se debe considerar que a mayor corriente asignada del interruptor, mayor potencia disipada por polo (lo mismo pasa con los fusibles).

Como referencia se indican en la Tabla 1 siguiente los máximos valores de potencia por polo a corriente asignada, que según la Tabla 15 de la Norma IEC 60898, pueden disipar los pequeños interruptores automáticos (PIA):

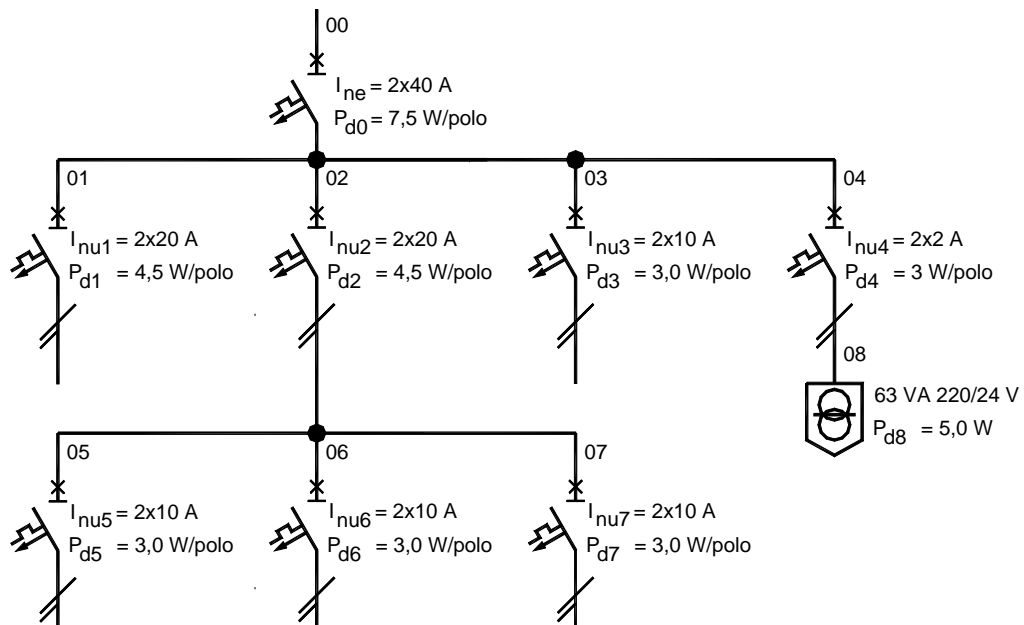
Tabla 1 - Potencia disipada por polo a corriente asignada

Corriente asignada (A)	Potencia disipada (W)
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Debido a que es normal que se produzcan reemplazos de PIAs por deterioro de alguno de ellos, y que no siempre se reemplaza por un interruptor de la misma marca, puede ser una buena práctica considerar, cuando se hace el cálculo térmico del tablero, la potencia por polo que indica la norma (por ejemplo la IEC 60898) y no la del fabricante, con lo cual nos colocamos del lado de la seguridad. También es recomendable incluir en el cálculo térmico tanto a las reservas equipadas como a los espacios de reserva (espacios no equipados) con el fin de que el tablero no supere su potencia disipable, cuando exista alguna ampliación.

Para mostrar un ejemplo de cálculo, tomaremos el indicado en la Reglamentación AEA 90364-7-771 en el Anexo 771-H.3 que sólo debe ser considerado como esquema de un tablero: en el mismo no se han considerado ni tipos de curva ni selectividad ni grados de electrificación, ni tipos de circuitos y sólo debe ser empleado como **guía de procedimiento de cálculo de la potencia a disipar en un tablero** para decidir la elección del gabinete.

A los PIA le hemos asignado la potencia que la Norma IEC 60898 permite como máximo para cada calibre de protección térmica, según los valores de la Tabla 1 anterior:



Para este dimensionamiento, la Reglamentación define los siguientes parámetros:

Corriente asignada de entrada (I_{ne}): Corriente asignada del dispositivo de maniobra y protección ubicado en la entrada del tablero o la suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección ubicados en la entrada del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo;

Corriente asignada de salida (I_{nu}): Suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección de salida del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo;

Corriente asignada del tablero (I_{nq}): Corriente asignada a ser calculada como $I_{nq} = I_{ne} \times K_e$

Factor de utilización (K_e): Relación entre la corriente que realmente circula por alguno de los dispositivos de protección de entrada del tablero y la corriente asignada de dicho dispositivo de cabecera. El factor de utilización se lo toma por convención igual a 0,85;

Factor de simultaneidad (K): Relación calculada por el instalador entre la corriente asignada del tablero (I_{nq}) y la corriente asignada de salida (I_{nu}). Si en la entrada existe un interruptor diferencial o un interruptor-seccionador en lugar de un interruptor automático termomagnético la corriente asignada del tablero se considera igual a la corriente asignada de salida (I_{nu}).

Si no se disponen los valores reales de corriente, se puede emplear convencionalmente el factor de simultaneidad K indicado en la Tabla 771.20.II de la cláusula 771.20.4.1 de la Reglamentación que se indica a continuación como Tabla 2:

Tabla 2 - Factor de simultaneidad (K) asignado para tableros que cumplen con IEC 60670-24

N° de circuitos principales	Factor de simultaneidad asignado
2 y 3	0,8
4 y 5	0,7
6 a 9 inclusive	0,6
10 (y mayor cantidad)	0,5

La potencia total disipada dentro del tablero se calcula de la siguiente forma:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$$

donde

P_{tot} es la potencia total disipada en el tablero en watts;

P_{dp} es la potencia disipada por los dispositivos de protección, en watts, tomando en cuenta el factor de utilización K_e y el factor de simultaneidad K ;

$0,2 P_{dp}$ es la potencia total disipada por las conexiones, los tomacorriente, los relés, los interruptores diferenciales, los interruptores-seccionadores, etc.;

P_{au} es la potencia total disipada por los otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluidos en P_{dp} y en $0,2 P_{dp}$ tales como las lámparas de señalización (ojos de buey), los transformadores para campanillas, etc.

El valor de la potencia total disipada en el tablero (P_{tot}) debe ser \leq que la potencia máxima disipable por el gabinete (P_{de}) declarada por el fabricante, o sea:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

donde P_{de} es la potencia máxima disipable por la envolvente en uso normal, en watts, declarada por el fabricante.

La potencia disipada por cada uno de los componentes a instalar en el tablero puede ser obtenida a partir de los datos de los fabricantes de los dispositivos o a partir de los valores máximos permitidos por la correspondiente norma de producto (como se ha realizado en este ejemplo).

Determinación de los factores de utilización (K_e) y de simultaneidad (K)

- Circuito de entrada o alimentación del tablero $K_e = 0,85$ (valor convencional supuesto, que a criterio del proyectista o instalador puede llegar a 1): $40 \times 0,85 = 34 A$
- Circuitos de nivel 1, $K = I_{nq} / (I_{nu1} + I_{nu2} + I_{nu3} + I_{nu4}) = 34/52 = 0,653$
- Circuitos de nivel 2, $K = I_{nu2} \times 0,653 / (I_{nu5} + I_{nu6} + I_{nu7}) = 13/30 = 0,433$

En la Tabla 3 y en la Tabla 4 siguientes se muestra el cálculo en forma tabulada:

Tabla 3 - Cálculo de P_{dp}

	Número de circuito	Potencia disipada por polo W ^a	Número de polos ^b	Potencia disipada por cada dispositivo de protección ^c P_d W	Factor de utilización K_e para los circuitos de entrada Factor de simultaneidad K para los circuitos de salida	Potencia disipada por los dispositivos afectada por K_e y K ^d W	
Circuito de entrada	00	7,5	2	15	0,85	15x0,85x0,85=10,84	
Circuitos de salida	01	4,5	2	9,0	0,653	9x0,653x0,653=3,84	
	02	4,5	2	9,0	0,653	9x0,653x0,653=3,84	
	03	3,0	2	6,0	0,653	6x0,653x0,653=2,56	
	04	3,0	2	6,0	0,653	6x0,653x0,653=2,56	
	05	3,0	2	6,0	0,433	6x0,433x0,433=1,13	
	06	3,0	2	6,0	0,433	6x0,433x0,433=1,13	
	07	3,0	2	6,0	0,433	6x0,433x0,433=1,13	
Total						27,03	= P_{dp}

^a En este ejemplo, dato proporcionado por el fabricante del dispositivo.
^b Con referencia a los efectos térmicos, en el caso de interruptores termomagnéticos tetrapolares será responsabilidad del proyectista o instalador emplear para el cálculo térmico 3 o 4 polos.
^c Potencia disipada por polo multiplicada por el número de polos.
^d Circuito de entrada o de alimentación del tablero: $K_e^2 \times P_d$
 Circuitos de salida del tablero: $K^2 \times P_d$
 K y K_e se elevan al cuadrado debido a que la potencia es proporcional al cuadrado de la corriente

$$P_{dp} = 27,03 \text{ W}$$

Para calcular la potencia disipada por los otros aparatos de utilización (dispositivos) que no son de protección se puede construir una tabla como la siguiente Tabla 4:

Tabla 4 - Cálculo de P_{au}

Número de circuito	Descripción de los accesorios eléctricos con una potencia disipada no despreciable en uso normal	Potencia disipada por accesorio W	Número de accesorios	Potencia disipada W
0,8	Transformador de seguridad	5	1	5
Potencia total disipada por los accesorios eléctricos que no son dispositivos de protección (P_{au})				5

$$P_{au} = 5 \text{ W}$$

Potencia total disipada en el tablero

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au} = 27,03 + 0,2x27,03 + 5 = 37,44 \text{ W}$$

Conclusión

Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla con la Norma IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable (P_{de}) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual 40 W.

La elevación de temperatura del tablero se considera satisfactoria ya que:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

$$37,44 \text{ W} \leq 40 \text{ W}$$

Si se quiere tener en cuenta alguna futura ampliación, en este análisis falta considerar la reserva equipada y la no equipada.