

EUROPROT +

Motor h3m3sv3delmi funkci3

PROTECT
HUNGARY

Budapest, 2011. november

Motor hőmásvédelmi funkció

A motor hőmásvédelmi funkció alapvetően a három mintavételezett fázisáramot méri, és ezekből kiszámítja a pozitív és negatív sorrendű alapharmonikus összetevőket. A hőmérséklet-számítás a pozitív és negatív sorrendű áramösszetevők súlyozott összegén alapul:

$$I = \sqrt{I_1^2 + k * I_2^2}$$

ahol

- I_1 pozitív sorrendű áramösszetevő
- I_2 negatív sorrendű áramösszetevőt
- k súlyozó faktor (paraméter "I negatív súlyozás")

MEGJEGYZÉS: I_2 értéke $1,5 \cdot I_n$ értékben határolt. Ezen érték felett $I_2 = 1,5 \cdot I_n$ értékkel van figyelembe véve, és a k súlyozási faktor állandó 500 %.

A súlyozó faktort a felhasználó a megfelelő paraméter segítségével (I negatív súlyozás) állítja be. A súlyozás célja a negatív sorrendű áram fordított forgású (közel kétszeres sebességű) mágneses mezeje által létrehozott nagymértékű forgórész-melegedés figyelembevétele.

A paraméterekkel két különböző hőmérsékleti időállandó állítható be: egyik a forgó állapot számára (melegedés–hűlés) – „Időállandó” – másik az álló állapotra (hűlés), ezt a paramétert a forgó állapot időállandójának százalékában kell megadni – „Hűlés/melegedés arány”.

A funkció a hőmérsékletszámítást a melegedési differenciálegyenlet lépésről-lépésre való megoldásának módszerére alapozza. Ez a számítási módszer a „túlmelegedés” értékét, azaz a környezeti hőmérséklet feletti hőmérsékletemelkedést szolgáltatja. Ezért a védett elem hőmérsékletét a számított „túlmelegedés” és a környezeti hőmérséklet összege adja.

A környezet hőmérsékletét lehet mérni pl. hőmérsékleti szondával, amely a hőmérséklettel arányos analóg villamos jelet hoz létre. Ilyen mérés hiányában a környezeti hőmérsékletet be lehet állítani a „Környezeti hőmérséklet” paraméterrel. A paraméter-érték és a közvetlen mérés között a „Hőfok érzékelő” bináris paraméterrel lehet választani.

Ha a számított hőmérséklet (számított túlmelegedés + környezeti hőmérséklet) adott küszöbérték felett van, a funkció státuszjelet hoz létre. Három különböző státuszjel létezik:

Előjelzési hőmérséklet
Kioldási hőmérséklet
Reteszfeloldó hőmérséklet

Helyes beállítás érdekében a következő értékeket kell megmérni és paraméterként beállítani (a beállításhoz szükséges mérést lásd részletesen a teljes leírásban):

Névleges terhelési áram	a mért állandó áram
Névleges hőmérséklet	az állandósult hőmérsékletemelkedés (túlmelegedés) névleges áram esetén
Alap hőmérséklet	a környezet hőmérséklete a névleges értékek mérése alatt
Időállandó forgó áll.	az exponenciális hőmérsékleti függvények külön mért melegedési/hűlési időállandója.

A készülék bekapcsolásakor az algoritmus lehetővé teszi az induló hőmérséklet beállítását, amely a számított hőmérséklet induló értéke lesz.

Induló hőmérséklet	a környezeti hőmérséklet feletti induló hőmérséklet névleges hőmérséklet-emelkedésre viszonyított értéke.
--------------------	---

Nehéz indítású motoroknál egy bemenő bináris jel fele értékre ($I^2/2$) csökkentheti a számított melegedést, megelőzve ezzel a motor indulás alatti túlmelegedés hatására létrejövő kioldását.

A motor hőmásvédelmének alkalmazása jobb megoldás, mint egy egyszerű, túláramérzékelésen alapuló túlterhelésvédelem, mert a hőmásvédelem „emlékszik” a motor megelőző terhelési állapotára, és így a hőmásvédelem késleltetése nem igényel olyan nagy fix értéket, és a megszólalási áram nem igényel olyan nagy biztonsági sávot a megengedett áram és a motor megengedett állandó termikus árama között. A funkció különböző megelőző terhelési állapotok esetén és a környezeti hőmérsékletek széles tartományában megengedi a motor melegedésének, és következésképpen áramkapacitásának jobb kihasználását.

A megoldandó melegedési differenciálegyenlet a következő:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{1}{T} \left(\frac{I^2(t)R}{hA} - \Theta \right)$$

A melegedési időállandó definíciója pedig:

$$T = \frac{cm}{hA}$$

A melegedési differenciálegyenlet megoldásának elméletét egy külön leírás („A melegedési differenciálegyenlet”) részletesen tárgyalja.

A melegedési differenciálegyenlet megoldása állandó áram esetén a hőmérséklet az idő függvényében:

$$\Theta(t) = \frac{I^2 R}{hA} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \Theta_o e^{-\frac{t}{T}}$$

ahol:

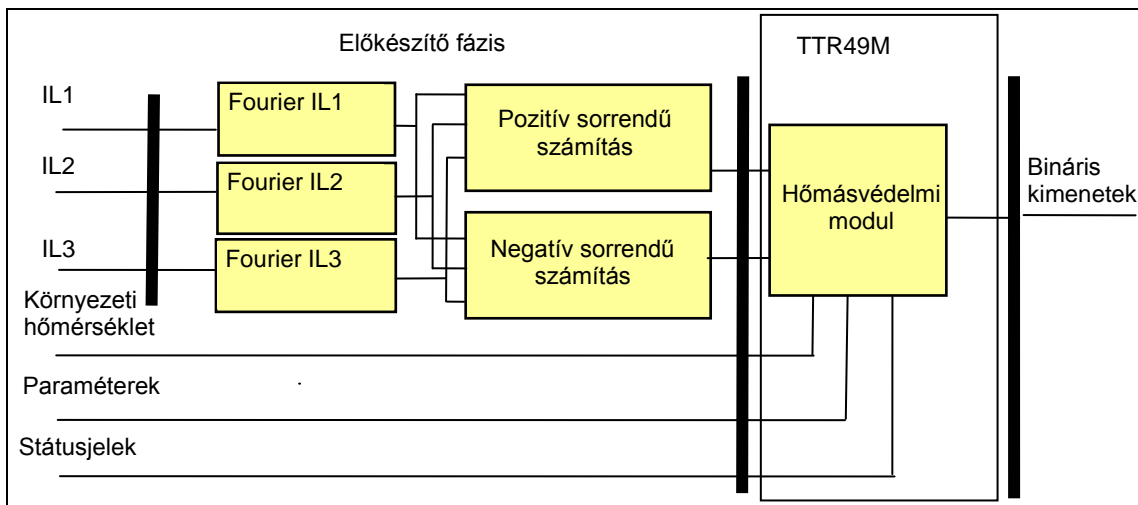
I, I(t)	melegítő áram effektív értéke, az áram időben rendszerint változik
R	a motor ellenállása
c	a vezető fajlagos hőkapacitása
$\Theta, \Theta(t)$	a környezeti hőmérséklet feletti túlmelegedés értéke
h	a vezető felületének hőátadási tényezője
A	a vezető felülete
t	idő
T	időállandó

A számított motorhőmérséklet a következő:

$$\text{motorhőmérséklet} = \Theta(t) + \text{környezeti hőmérséklet}$$

A funkció a melegedési differenciálegyenlet numerikus megoldását alkalmazza.

Az alábbi ábra megmutatja a hőmásvédelmi funkció előkészítő fázisának és algoritmusának (TTR49M) felépítését.



Az előkészítő fázis bemenetei a három primer fázisáram (IL1, IL2, IL3) mintavételezett értékei.

A hőmásvédelmi modul bemenetei a pozitív és negatív sorrendű áramok, a környezeti hőmérséklet, a paraméterek és a bináris bemeneti státuszjelek.

A hőmásvédelmi modul egyszerű lépésről-lépésre módszerrel megoldja az elsőfokú melegedési differenciálegyenletet, és a számított hőmérsékletet összehasonlítja a paraméterekkel beállított küszöbértékekhez.

A funkció kimenetei bináris kimeneti státuszjelek. Ezek a jelző státuszjel, a reteszfeloldó státuszjel és a létrehozott kioldó parancs, ha a hőmérséklet felette van a vonatkozó beállított küszöbértéknek.

Műszaki adatok

Funkció	Pontosság
Áram-tartomány 20 - 2000% of In	< ± 1% x In
Működési idő $I > 1.5 \cdot I_{kioldás}$ -nál	< 5 %

Paraméterek

Felsorolt típusú paraméter

Paraméter neve	Elnevezés	Választási lehetőség	Alap-értelmezés
Paraméter az üzemmód kiválasztására:			
TTR49M_Oper_EPar_	Üzemmód	Kikapcsolva, Impulzus, Tartós	Impulzus

A felsorolt típusú paraméterek jelentése:

Kikapcsolva a funkció ki van kapcsolva, kimeneti jelet nem hoz létre
 Impulzus a funkció kioldó impulzust hoz létre, ha a számított hőmérséklet meghaladja a kioldási értéket
 Tartós a funkció kioldó jelet hoz létre ha a számított hőmérséklet meghaladja a kioldási értéket, de csak akkor szűnik meg, ha a hőmérséklet a „Reteszfeloldó hőmérséklet” alá csökken.

Egész típusú paraméter

Paraméter neve	Elnevezés	Egység	Min	Max	Lépés	Alap-értelmezés
Jelző hőmérséklet:						
TTR49M_Alm_IPar_	Jelző hőmérséklet	fok	60	200	1	80
Kioldási hőmérséklet:						
TTR49M_Trip_IPar_	Kioldási hőmérséklet	fok	60	200	1	100
Névleges hőmérséklet:e						
TTR49M_Max_IPar_	Névleges hőmérséklet	fok	60	200	1	100
Alap hőmérséklet:						
TTR49M_Ref_IPar_	Alap hőmérséklet	fok	0	40	1	25
Reteszfeloldó hőmérséklet:						
TTR49M_Unl_IPar_	Reteszfeloldó hőmérséklet	fok	20	200	1	60
Környezeti hőmérséklet:						
TTR49M_Amb_IPar_	Környezeti hőmérséklet	fok	0	40	1	25
Induló hőmérséklet a névleges hőmérséklet százalékában:						
TTR49M_Str_IPar_	Induló hőmérséklet	%	0	60	1	0
Névleges terhelési áram:						
TTR49M_Inom_IPar_	Névleges terhelési áram	%	20	150	1	100
Üresjáratú áram, amely alatt az álló állapot időállandója érvényes:						
TTR49M_Imin_IPar_	Üresjáratú áram	%	1	30	1	5
Időállandó forgó állapotban:						
TTR49M_pT_IPar_	Időállandó	min	1	999	1	10
Álló állapotú időállandó százalékos értéke a forgó időállandóra vonatkoztatva:						
TTR49M_cpT_IPar_	Hűlés/melegedés arány	%	100	400	1	200
Súlyozott motoráram negatív sorrendű faktora (k):						
TTR49M_NegScale_IPar_	I negatív súlyozás	%	100	500	1	200

Logikai paraméter

Paraméter neve	Elnevezés	Választási lehetőség	Alap-értelmezés
Környezeti hőmérsékleti szonda alkalmazása:			
TTR49M_Sens_BPar_	Hőfok érzékelő	Van, Nincs	Van

Bináris kimeneti státuszjelek

Bináris kimeneti státuszjelek	Elnevezés	Magyarázat
TTR49M_Alarm_GrI_	Jelzés	A motor hőmásvédelmi funkciójának jelzése
TTR49M_GenTr_GrI_	Kioldás	A motor hőmásvédelmi funkciójának kioldó parancsa
TTR49M_Lock_GrI_	Újra indítás tiltva	A motor újraindításának tiltó jele

Bináris bemeneti státuszjelek

Mind a három bináris bemeneti jelet a felhasználó határozza meg a grafikus egyenletszerkesztő segítségével.

Bináris bemeneti státuszjelek	Elnevezés	Magyarázat
TTR49M_Blk_GrO_	Reteszelés	A felhasználó által meghatározott grafikus egyenlet kimeneti jele, amely a motor hőmásvédelmi funkciót reteszeli.
TTR49M_Reset_GrO_	Visszaállítás	A felhasználó által meghatározott grafikus egyenlet kimeneti jele, amely a törli a motor kiszámított hőmérsékletét, és beállítja a paraméterrel meghatározott „Induló hőmérséklet”-et. Ennek a visszaállításnak csak vizsgálati célja van, ha a melegedési számítás pontosan meghatározott hőmérsékletről kell indítani. A vizsgáló mérnöknek nem kell várni, amíg a hűlés eléri a soron következő melegedési vizsgálat kívánt indulási hőmérsékletét.
TTR49M_StartUp_GrO_	Nehéz indítás	A felhasználó által meghatározott grafikus egyenlet kimeneti jele, amely nehéz indítású motoroknál fele értékre ($I^2/2$) csökkenti a melegedést.