



KOMPENZACIONI KABLOVI

KOMPENZACIONI I PRODUŽNI KABLOVI

Kompenzacioni i produžni kablovi se koriste za električnu vezu između otvorenih krajeva termopara i referentnog spoja u svakoj instalaciji u kojoj provodnici (termoelektrode) termopara nisu direktno povezani sa referentnim spojem.

Iz tehničkih i ekonomskih razloga, termoparovi nisu uvek direktno povezani sa referentnim spojem. Otvoreni krajevi termopara su najčešće povezani na keramičku pločicu u priključnoj glavi. Otvoreni krajevi termopara se produžavaju do referentnog spoja sa dodavanjem kompenzacionog ili produžnog kablo.

Materijal i oznake boja (pregled prikazan u Tabeli 1)

Tabela 1: Materijali i oznake boja										
Termoparovi				Kompenzacioni i produžni kablovi			Oznaka boje ²⁾			
Standard	Tip	Materijal		Tip ¹⁾	Materijal		+ pol	- pol	omotač ³⁾	Standard
		+ pol	- pol		+ pol	- pol				
DIN EN 60584	J	Fe	CuNi	JX	Fe	CuNi	crna	bela	crna	DIN 43 722
	T	Cu	CuNi	TX	Cu	CuNi	braon	bela	braon	
	E	NiCr	CuNi	EX	NiCr	CuNi	ljubičasta	bela	ljubičasta	
	K	NiCr	Ni	KX	NiCr	INi	zelena	bela	zelena	
				KCA	Fe	CuNi				
				KCB	Cu	CuNi				
	N	NiCrSi	NiSi	NX	NiCrSi	NiSi	roze	bela	roze	
				NC	Cu	CuNi				
	R	Pt13%Rh	Pt	RCA	Cu	CuNi	narandžasta	bela	narandžasta	
				RCB	Cu	CuNi				
S	Pt 10%Rh	Pt	SCA	Cu	CuNi	narandžasta	bela	narandžasta		
			SCB	Cu	CuNi					
B	Pt 30%Rh	Pt 6%Rh	BC	Cu	Cu	siva	bela	siva		
DIN 43 710	U	Cu	CuNi	UX	Cu	CuNi	crvena	braon	braon	DIN 43 714
	L	Fe	CuNi	LX	Fe	CuNi	crvena	plava	plava	

1)C,....CA,....CB : Kompenzacioni kablovi
 , X : Produžni kablovi za termoparove

2) Videti u katalogu stranu sa "Međunarodne boje raspoznavanja termoparova u tehnici merenja temperature"

3) Neobojeni omotači (staklena vlakna) imaju jednu prepoznatljivu traku, celom dužinom kabla

KOMPENZACIONI KABLOVI

U Tabeli 2 prikazane su tolerancije za kompenzacione i produžne kablove za termoparove, kada se koriste unutar opsega indikovanog kao "Temperaturni opseg kabla". Ova Tabela takođe uključuje - u zagradama - aproksimativnu ekvivalentnu grešku u stepenima Celzijusa. Zato što odnos elektromotome sile termopara i temperature nije linearan, tolerancija izražena u °C zavisi od temperature mernog spoja termopara. Ove temperature su navedene u zadnjoj koloni tabele.

Tabela 2: Granična odstupanja (tolerancije) i temperaturni opsezi prema DIN 43 722

Tip ¹⁾	Granična odstupanja (1 μ V = 0,001 mV)		Temperaturni opseg za kabal ²⁾	Temperatura mernog spoja
	Klasa 1	Klasa 2		
JX	$\pm 85 \mu\text{V}$ (1,5° C)	$\pm 140 \mu\text{V}$ (2,5° C)	- 25° C do + 200° C	500° C
TX	$\pm 30 \mu\text{V}$ (0,5° C)	$\pm 60 \mu\text{V}$ (1,0° C)	- 25° C do + 100° C	300° C
EX	$\pm 120 \mu\text{V}$ (1,5° C)	$\pm 200 \mu\text{V}$ (2,5° C)	- 25° C do + 200° C	500° C
KX	$\pm 60 \mu\text{V}$ (1,5° C)	$\pm 100 \mu\text{V}$ (2,5° C)	- 25° C do + 200° C	900° C
NX	$\pm 60 \mu\text{V}$ (1,5° C)	$\pm 100 \mu\text{V}$ (2,5° C)	- 25° C do + 200° C	900° C
KCA	-	$\pm 100 \mu\text{V}$ (2,5° C)	0° C do + 150° C	900° C
KCB	-	$\pm 100 \mu\text{V}$ (2,5° C)	0° C do + 100° C	900° C
NC	-	$\pm 100 \mu\text{V}$ (2,5° C)	0° C do + 150° C	900° C
RCA	-	$\pm 30 \mu\text{V}$ (2,5° C)	0° C do + 100° C	1000° C
RCB	-	$\pm 60 \mu\text{V}$ (5,0° C)	0° C do + 200° C	1000° C
SCA	-	$\pm 30 \mu\text{V}$ (2,5° C)	0° C do + 100° C	1000° C
SCB	-	$\pm 60 \mu\text{V}$ (5,0° C)	0° C do + 200° C	1000° C

1)....C,...CA,...CB : Kompenzacioni kablovi

, X : Produžni kablovi za termoparove

2) Temperaturni opseg kabla može biti ograničen nižim vrednostima temperature što zavisi od izolacionog materijala kabla

Pad napona

Savremeni elektronski instrumenti imaju visoku ulaznu otpornost, tako da je otpornost kompenzacionog ili produžnog kabla za termoparove od sekundarnog značaja. U Tabeli 3 prikazane su otpornosti kablova za najčešće korišćene poprečne preseke kabla. Za otpornosti su navedene aproksimativne vrednosti sa tolerancijom $\pm 10\%$

Tabela 3: Pad otpornosti kompenzacionih i T/C produžnih kablova na 20° C (približne vrednosti Ω/m)

T/C tip termo- para	Kompenzacioni i produžni kabal			Otpornost kabla u Ω/m za poprečni presek od					
	Tip	Materijali		0,22mm ²	0,35mm ²	0,50mm ²	0,75mm ²	1,00mm ²	1,50mm ²
		+ pol	- pol						
J	JX	Fe	CuNi	2,77	1,74	1,22	0,81	0,61	0,41
T	TX	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
E	EX	NiCr	CuNi	5,50	3,46	2,42	1,61	1,21	0,81
K	KX	NiCr	Ni	4,50	2,83	1,98	1,32	0,99	0,66
	KCA	Fe	CuNi	2,86	1,80	1,26	0,84	0,63	0,42
	KCB	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
N	NX	NiCrSi	NiSi	6,00	3,77	2,64	1,76	1,32	0,88
	NC	Cu	CuNi	2,44	1,53	1,07	0,72	0,54	0,36
R/S	RC/SC	Cu	CuNi	0,62	0,39	0,27	0,18	0,14	0,09
B	BC	Cu	Cu	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02
U	UX	Cu	CuNi	2,30	1,45	1,01	0,68	0,51	0,34
L	LX	Fe	CuNi	2,77	1,74	1,22	0,81	0,61	0,41

KOMPENZACIONI KABLOVI
Izolacioni materijali kompenzacionih i produžnih kablova

Temperaturna postojanost kompenzacionih i produžnih kablova zavisi od tipa izolacionog materijala. Da bi se održala termoelektrična svojstva, maksimalna radna temperatura može biti ograničena sa temperaturnim opsegom kablova, čak i ako je izolacioni materijal projektovan za više radne temperature

U Tabeli 4 prikazane su aproksimativne vrednosti, koje se odnose na opšta svojstva, za najvažnije izolacione materijale.

Tabela 4: Aproksimativne vrednosti za opšta svojstva najvažnijih izolacionih materijala						
	Izolacioni materijal					
	PVC	Silikon	Teflon FEP	Teflon PTFE	Staklena vlakna	Neopren
Temperaturna postojanost u °C	70	180	205	260	400	120
Specifična otpornost na 20° C u $\Omega \times \text{cm}$	$> 10^{12}$	$> 10^{14}$	$> 10^{18}$	$> 10^{18}$	$> 10^{12}$	$> 10^{11}$
Zatezna čvrstoća na 20° C u N/mm ²	15	8	20	25	2400	15
Gustina na 20° C u g/cm ³	1,35	1,25	2,15	2,20	2,60	1,55
Absorpcija vode na 20° C	Umerena	Umerena	Ne	Ne	Ne	Umerena
Otpornost na vodenu paru i atmosferske uticaje	dobra	umerena	Vrlo dobra	Vrlo dobra	Loša	Dobra
Zapaljivost	Samogasiv	Teško zapaljiv Samogasiv	Nezapaljiv	Nezapaljiv	Ne sagoreva	Samogasiv
Hemijska postojanost na:						
- razblažene kiseline	+	o	+	+	Namenjen za suve radne sredine	+
- alkalne rastvori	+	o	+	+		+
- alkohol	+	+	+	+		+
- benzin	+	-	+	+		-
- benzol	-	-	+	+		-
- mineralna ulja	+	o	+	+		+
+ postojan - ograničena postojanost o nepostojan						

MEĐUNARODNE OZNAKE BOJA ZA
KOMPENZACIONE I PRODUŽNE KABLOVE

Tip termopara	Produž. kabal	ANSI MC 96.1			DIN			BS			NFE			JISC		
		+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač	+	-	omotač
T	TX	plava	crvena	plava	crvena	braon	braon	bela	plava	plava	žuta	plava	plava	crvena	bela	braon
J	JX	bela	crvena	crna	crvena	plava	plava	žuta	plava	crna	žuta	crna	crna	crvena	bela	žuta
E	EX	roze	crvena	roze				braon	plava	braon				roze	crvena	roze
K	KX	žuta	crvena	žuta	crvena	zelena	zelena	braon	plava	crvena	žuta	roze	žuta	crvena	bela	plava
K	WX				crvena	zelena	zelena				žuta	bela	bela			
K	VX				crvena	zelena	zelena	bela	plava	crvena	žuta	braon	crvena			
R-S	SX	crna	crvena	zelena	crvena	bela	bela	bela	plava	zelena	žuta	zelena	zelena	crvena	bela	crna
B	BX	siva	crvena	siva												

KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

Licne	PVC	PVC
		
Poprečni presek:	2 x 1,5 mm ²	
Spoljašnji prečnik:	Ø 7,0 mm	
Težina/100 m (cca):	7,6 kg	
Izolacija otporna do:	70°C	

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 507.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 507.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 508.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 508.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 509.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 509.2

Licne	PVC	PVC
		
Poprečni presek:	2 x 1,0 mm ²	
Spoljašnji prečnik:	Ø 6,4 mm	
Težina/100 m (cca):	6,3 kg	
Izolacija otporna do:	70°C	

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 517.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 517.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 518.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 518.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 519.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 519.2



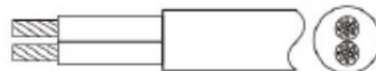
Poprečni presek:	2 x 0,22 mm
Spoljašnji prečnik:	Ø 3,5 mm
Težina/100 m (cca):	2,66 kg
Izolacija otporna do:	70°C

Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani PVC izolacijom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od PVC

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 1101.1
J (Fe-CuNi)	Črna	T17- 1101.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 1102.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 1102.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 1103.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 1103.2

- 1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kablova (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;
- 2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)



Poprečni presek:	2 x 1,5 mm ²
Spoljašnji prečnik:	Ø 7,0 mm
Težina/100 m (cca):	7,8 kg
Izolacija otporna do:	180°C

Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 704.1
J (Fe-CuNi)	Črna	T17- 704.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 705.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 705.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 706.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 706.2

Licne Silikon Silikon



Poprečni presek: 2 x 1,0 mm²

Spoljašnji prečnik: Ø 6,4 mm

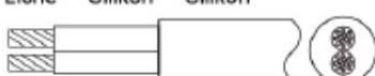
Težina/100 m (cca): 6,3 kg

Izolacija otporna do: 180°C

Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 714.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 714.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 715.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 715.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 716.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 716.2

Licne Silikon Silikon



Poprečni presek: 2 x 0,22 mm²

Spoljašnji prečnik: Ø 4,0 mm

Težina/100 m (cca): 2,3 kg

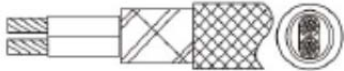
Izolacija otporna do: 180°C

Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, spoljašnja izolacija od silikona

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17-1104.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17-1104.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17-1105.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17-1105.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17-1106.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17-1106.2

- 1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;
- 2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

Staklena Čelična Licne Silikon vlakna armatura 	
Poprečni presek:	2 x 1,5 mm²
Spoljašnji prečnik:	Ø 6,7 mm
Težina/100 m (cca):	8,3 kg
Izolacija otporna do:	180°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 604.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 604.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 605.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 605.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 606.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 606.2

Staklena Čelična Licne Silikon vlakna armatura 	
Poprečni presek:	2 x 1,0 mm²
Spoljašnji prečnik:	Ø 6,4 mm
Težina/100 m (cca):	6,3 kg
Izolacija otporna do:	180°C

Ravno postavljeni licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 614.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 614.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 615.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 615.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 616.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 616.2

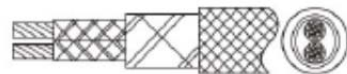
Staklena Čelična Licne Silikon vlakna armatura	
	
Poprečni presek:	2 x 0,5 mm ²
Spoljašnji prečnik:	Ø 5,2 mm
Težina/100 m (cca):	6,3 kg
Izolacija otporna do:	180°C

Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani silikonom, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od galvanizirane čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 624.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 624.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 625.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 625.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 626.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 626.2

- 1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;
- 2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga

KOMPENZACIONI KABLOVI (Tabele sa tipovima)

Staklena Staklena Čelična Licne vlakna vlakna armatura	
	
Poprečni presek:	2 x 1,5 mm ²
Spoljašnji prečnik:	4,0 x 5,8 mm
Težina/100 m (cca):	7,7 kg
Izolacija otporna do:	400°C

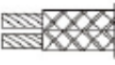
Ravno postavljani licnasti vodovi, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 304.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 304.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 305.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 305.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 306.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 306.2

Staklena Licne vlakna	Staklena vlakna	Čelična armatura
		
Poprečni presek:	2 x 1,0 mm²	
Spoljašnji prečnik:	3,5 x 5,2 mm	
Težina/100 m (cca):	5,1 kg	
Izolacija otporna do:	400°C	

Ravno postavljene licnaste vodove, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 314.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 314.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 315.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 315.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 316.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 316.2

Staklena Licne vlakna	Staklena vlakna	Čelična armatura
		
Poprečni presek :	2 x 0,8 mm²	
Spoljašnji prečnik:	3,4 x 5,0 mm	
Težina/100 m (cca):	4,8 kg	
Izolacija otporna do:	400°C	

Ravno postavljene licnaste vodove, izolovani staklenim vlaknima, licne u vodovima upredene, vodovi, zajedno, izolovani staklenim vlaknima, armatura od čelične žice sa obojenom trakom

Za tip termopara ¹⁾	Boja ²⁾	Kataloški broj
L (Fe-CuNi)	Plava	T17- 324.1
J (Fe-CuNi)	Crna	T17- 324.2
K (NiCr-Ni)	Zelena	T17- 325.1
N (NiCrSi-NiSi)	Roze	T17- 325.2
S(R) (Pt10(13)%Rh-Pt)	Oranž	T17- 326.1
B (Pt30%Rh-Pt6%Rh)	Siva	T17- 326.2

1) Opciono se mogu poručiti i drugi tipovi kabla (npr. za termopar tip T, E, ...) i kablovi za dvostruke termoparove;

2) Oznaka boja je prema IEC 584, deo 1 i 3 ili DIN 43 722 (tip L prema DIN 43 714), ostale boje, moguće, po zahtevu kupca: videti oznake boja na strani ... kataloga