

TEHNIČKA UPUTA**MIKROPROCESORSKO
RAČUNALO PROTOKA ZA VODENU PARU
4M20**

UVOD

Računalo protoka je mikroprocesorski uređaj za mjerenje masenog protoka vodene pare. Promjenom temperature i tlaka mijenja se gustoća odnosno protok. Uređaj korigira volumni protok dodatno uzimajući u obzir promjene tlaka i temperature. Volumni protok mjeri se blendom ili sapnicom te rezultira razlikom tlaka. Ulazni podaci za računalo protoka su diferencijalni tlak, apsolutni tlak i apsolutna temperatura. Te podatke uređaj prima preko standardnih strujnih signala pretvornika diferencijalnog tlaka, tlaka i temperature. Svi mjerni rezultati prikazuju se na ugrađenom pokazivaču, a integral protoka odnosno masa vodene pare sumira se na ugrađenom brojaču.

Strujni izlazni signal predstavlja maseni protok i može se koristiti za registraciju i regulaciju, prekoračenja namještenih vrijednosti i ostala alarmna stanja signaliziraju se zbirnim alarmom, a opcija je serijska komunikacija RS485.

SVOJSTVA

Računalo protoka predviđeno je za ugradnju u komandnu ploču, pult ili mjerni ormarić (dimenzije prednje ploče su 96 x 96 mm). Na stražnjoj ploči nalaze se priključne klemice za napajanje i ulazno/izlazne signale (dodatno i serijsku komunikaciju - opcija). Tri ulazne veličine predstavljene su standardnim strujnim signalima 0-20 ili 4-20 mA, prema izboru korisnika. Uređaj može interpretirati ulaznu struju do 25 mA, a u slučaju zamjene polariteta ulaznih stezaljki pokazivanje je nula i nema promjene pri promjeni ulazne vrijednosti. Izlazni signali su maseni protok u obliku strujnog signala 0-20 ili 4-20 mA i zbirni alarm u obliku impulsnog bespotencijalnog signala. Na prednjoj ploči nalazi se folijska tipkovnica, LED pokazivač, LED dioda i mehanički brojač. Mehanički brojač prikazuje integral masenog protoka odnosno masu vodene pare. Na LED pokazivaču prikazuju se ulazni parametri, koje ovlašteni korisnik može mijenjati, zatim mjerne veličine, te alarmna stanja. Tipkom na tipkovnici ciklički se izmjenjuju prikazi svih parametara i mjernih veličina. Parametri se čuvaju u EEPROM memoriji i zaštićeni su od ispada električne energije. Upis parametara vrši se pomoću tipkovnice s četiri tipke uz poznavanje **zaštitnog koda** uređaja. Za prikaz najznačajnijih mjernih veličina i najvažnijih mjernih rezultata koristi se LED pokazivač na prednjoj ploči. Alarmna stanja signaliziraju se paljenjem crvene LED diode, odgovarajućom porukom na pokazivaču i aktiviranjem kontakta releja.

Mjerne veličine koje korisnik može očitati na LED pokazivaču su:

- trenutni protok Q (kg/h ili t/h)
- pogonski diferencijalni tlak Δp (mbar)
- pogonski apsolutni tlak P (bar_{aps})
- pogonska temperatura t (°C)
- pogonska gustoća ρ (kg/m³)
- stanje medija

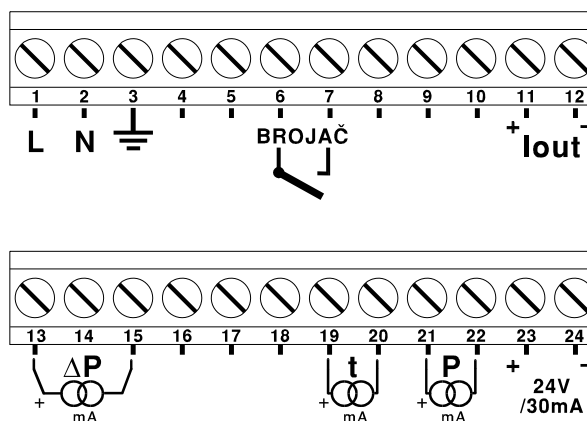
Parametri koje korisnik može pregledati, a ovlaštena osoba, koja posjeduje zaštitni kod uređaja i promijeniti, su:

- tip mjerila protoka (blenda ili sapnica)
- promjer otvora blende ili sapnice
- unutarnji promjer cjevovoda
- maksimalni protok
- fizikalna jedinica protoka (kg ili t)
- kraj mjernog područja pretvornika diferencijalnog tlaka
- početak mjernog područja pretvornika tlaka
- kraj mjernog područja pretvornika tlaka
- visina stupca kondenzata izmjenjenog nakon montaže pretvornika tlaka
- početak mjernog područja pretvornika temperature
- kraj mjernog područja pretvornika temperature
- tip ulaznog signala diferencijalnog tlaka (0-20mA ili 4-20mA ili konstanta)
- tip ulaznog signala tlaka (0-20mA ili 4-20mA ili konstanta)

- tip ulaznog signala temperature (0-20mA ili 4-20mA ili konstanta)
- tip izlaznog signala protoka (0-20mA ili 4-20mA)
- konstanta brojača mase (1kg ili 10kg ili 100kg ili 1t ili 10t)
- konstantni diferencijalni tlak
- konstantni apsolutni tlak
- konstantna temperatura

Promjena parametara moguća je tek nakon unosa ispravnog zaštitnog koda uređaja, a vrši se pomoću četiri tipke, uz pomoć simboličkih poruka i treptanja pokazivača. Parametri se pamte u EEPROM memoriji i ostaju sačuvani pri nestanku napajanja, a utjecaj smetnji na promjenu vrijednosti parametara u memoriji je minimalan. Razlog tome je serijska komunikacija između procesora i EEPROM-a.

Folijska tipkovnica osigurava minimalan utjecaj atmosferskih prilika, prašine i sl. na rad uređaja, a istovremeno nudi moderan izgled. LED pokazivač i mehanički brojač nalaze se iza pripadajućih "prozora" pa je prednja ploča kompaktna. Tipke pružaju osjećaj pritiska i imaju dugi vijek trajanja i u nepovoljnim atmosferskim uvjetima.



MONTAŽA I PRIKLJUČIVANJE

Uređaj se ugrađuje u otvor prednje ploče dimenzija 92 x 92 mm i učvršćuje za to predviđenim nosačima. Ugradbena dubina je 120 mm (140 mm računajući priključne kleme). Treba paziti da se energetske kablove obavezno odvoje od mjernih kablova, koji trebaju biti oklopljeni. Priključni vodovi mogu biti presjeka do 2.5 mm².

Potrebno je paziti na ispravan polaritet ulaznih signala jer u slučaju zamjene priljučnica računalo protoka neće ispravno raditi (uključuje se alarm ili protok je nula i ne reagira na promjene ulaza). Analogni ulazi galvanski su odvojeni od strujnog izlaza.

Uređaj ima ugrađena dva releja, jedan rele svojim kontaktom signalizira pojavu alarma, a drugi obavlja funkciju pogonskog kontakta za daljinski brojač.

PRIKLJUČCI

PUŠTANJE U POGON I RUKOVANJE UREĐAJEM

Vanjski izgled uređaja prikazan je na slici:

Uređaj se prema podacima iz upitnog lista podesi i parametrira kod proizvođača, te ga se nakon montaže može pustiti u pogon. U slučaju da uređaj nije isparametriran na željene parametre potrebno je poznavati **zaštitni kod** uređaja, a da bi se moglo promijeniti postojeće parametre.

Nakon uključenja na mrežni napon uređaj prolazi ciklus ispitivanja ispravnosti hardvera i ulaznih signala, te u slijedećem mjernom ciklusu izračunava gustoću i protok. Pomoću tipki na LED pokazivaču mogu se prikazati mjerni rezultati, izvršiti pregled upisanih parametara i eventualno prisutnih alarmnih stanja, a uz poznavanje zaštitnog koda i parametrirati uređaj.



1) Pregled trenutnih rezultata mjerenja:

Tipkom ESC dolazi se u meni gdje se ciklički tipkama u obliku strelica

▽ (dolje) i

△ (gore) na pokazivaču izabere prikaz jednog od 6 mjernih rezultata (kratkotrajni opis mjerne veličine te zatim njezine mjerne jedinice), pritiskom na tipku ENTER na displayu se prikazuje njezina numerička vrijednost:

OZNAKA NA POKAZIVAČU			OPIS MJERNE VELIČINE I NJEZINA MJERNA JEDINICA
Kratkotrajna oznaka mjerne veliĉine	Numeri- ĉka vrijedno- st	Oznaka mjerne veliĉine i mjerne jedinice	
dtLA		Δp mbar	trenutni diferencijalni tlak (mbar)
AtLA		P bar	trenutni apsolutni tlak u bar
tEMP		t °C	trenutna temperatura u °C
Prot		Q kg/h ili Q t/h	trenutni protok u kg/h ili trenutni protok u t/h
GUST		ρ kg/m³	trenutna gustoća u kg/m ³
StME	PrPA ZAPA MoPA VodA	-----	stanje medija: pregrijana para zasićena para mokra para voda

2) Pregled upisanih parametara:

Parametri su podijeljeni u dva nivoa. Prvi (viši) nivo sadrŹava kratku oznaku 17 glavnih parametara, drugi (donji) nivo sadrŹava numeričku vrijednost parametra. Ulazak u prvi nivo zapoĉinje s dva pritiska na tipku **ESC**. Tipkama u obliku strelica ▽ (dolje) i △ (gore) izabire se parametrametriranje (PARA) .Pritiskom na tipku **ENTER** spušta se unutar nivoa i ciklički se tipkama

▽ i Δ prelazi po svim parametrima. Pritiskom na tipku **ENTER** prikazuje se njegova numerička vrijednost. Pritiskom na tipku **ESC** izlazi se iz pojedinog nivoa parametara. U tabeli je dan primjer seta parametara:

OZNAKA NA POKAZIVAČU		OPIS PARAMETRA I NJEGOVA MJERNA JEDINICA
Prvi nivo	Drugi nivo	
Prot	bLE2	mjerenje protoka - oštrobriđna blenda s kutnim oduzimanjem
d-bL	60.00	promjer otvora blende je 60mm
d-CJ	100.0	unutarnji promjer cjevovoda je 100mm
PrHI	9	maksimalni protok je 9 t/h, a odgovara 20 mA na strujnom izlazu
PrJE	1 t	mjerna jedinica za protok je t/h
dPHI	500.0	pretvornik diferencijalnog tlaka - kraj mjernog područja je 500 mbar
P-Lo	0.000	pretvornik apsolutnog tlaka - početak mjernog područja je 0 bar
P-HI	20.00	pretvornik apsolutnog tlaka - kraj mjernog područja je 20 bar
P-St	100	vođeni stupac od blende do pretvornika tlaka je 100 mm
t-Lo	0.000	pretvornik temperature - početak mjernog područja je 0 °C
t-HI	350.0	pretvornik temperature - kraj mjernog područja je 350 °C
dPIn	4-20	ulaz za signal diferencijalnog tlaka je 4 do 20 mA
P-In	4-20	ulaz za signal apsolutnog tlaka je 4 do 20 mA
t-In	4-20	ulaz za signal temperature je 4 do 20 mA
PrOu	0-20	izlazni signal protoka je 0 do 20 mA
brCn	10	konstanta brojača mase je 10 kg po impulsu
dPCn	300.0	konstantni diferencijalni tlak je 300 mbar
P-Cn	10.00	konstantni apsolutni tlak je 10 bar
t-Cn	180.0	konstantna temperatura je 180 °C

3) Parametriranje:

Promjenu parametara moguće je ostvariti uz poznavanje zaštitnog koda (šifre) uređaja. Postupak je sljedeći:

3.1) Ukoliko su parametri uređaja zaštićeni šifrom potrebno je najprije unijeti istu. U modu prikaza mjernih rezultata s dva pritiska na tipku **ESC** dolazi se u izbor prikaza displaya. Tipkama u obliku strelica ▽ (dolje) i Δ (gore) izabire se unos šifre (PASS). Pritiskom na tipku **ENTER** spušta se unutar nivoa i ciklički se tipkama ▽ (ovom tipkom se ostvaruje pomak trpćućeg digita u desno) i Δ (ovom tipkom se inkrementira trpćući digit) upisuje potrebni sadržaj. Pritiskom na tipku **ENTER** potvrđuje se unos šifre.

3.2) U modu prikaza mjernih rezultata s dva pritiska na tipku **ESC** dolazi se u izbor prikaza displaya. Tipkama u obliku strelica c izabire se parametrametranje (PARA) .Pritiskom na tipku **ENTER** spušta se unutar nivoa i ciklički se tipkama ▽ i Δ prelazi po svim parametrima. Pritiskom na tipku **ENTER** prikazuje se njegova numerička vrijednost ili tekstualni opis.

3.3) Svaki parametar naveden pod točkom 2 može se promijeniti. Ako je parametar opisan tekstualnom porukom tipkama ▽ (dolje) i Δ (gore) se mijenja sadržaj i pritiskom na tipku **ENTER** potvrđuje se unos nove vrijednosti ili tipkom **ESC** se ignorira promjena. Kada je parametar opisan numeričkom vrijednošću tipkama ▽ (ovom tipkom se ostvaruje pomak trpćućeg digita u desno) i Δ

(ovom tipkom se inkrementira trepćući digit) se upisuje potrební sadržaj i pritiskom na tipku **ENTER** potvrđuje se unos nove vrijednosti ili tipkom **ESC** se ignorira promjena. Decimalna točka upisuje se kao peti digit u numeričkoj vrijednosti parametra tipkama ∇ (ovom tipkom se ostvaruje pomak trpćućeg digita u desno) i Δ (ovom tipkom se točka pomiče s digita na digit).

3.4) Nakon upisa pritiskom na tipku **ESC** izlazi se iz parametriranja u viši nivo.

3.5) Opis parametara:

-tip mjerila protoka oduzimanjem	(Prot) - (bLE1) - oštrobridna blenda s prirubničkim (bLE2) - oštrobridna blenda s kutnim oduzimanjem (bLE3) - oštrobridna blenda s oduzimanjem $D + D/2$ (bLE4) - blenda četvrt kruga s prirubničkim oduzimanjem (bLE5) - konična blenda s kutnim oduzimanjem (SAP1) - sapnica prema ISA-1932 (SAP2) - sapnica duge zakrivljenosti
-promjer otvora blende ili sapnice	(d-bL) - (....) - numerička vrijednost izražena u mm
-unutarnji promjer cjevovoda	(d-CJ) - (....) - numerička vrijednost izražena u mm
-maksimalni protok	(PrHI) - (....) - numerička vrijednost izražena u kg/h ili t/h ovisno o izabranoj mjernoj jedinici za protok
-mjerna jedinica protoka	(PrJE) - odgovara izlaznom signalu od 20 mA (PrJE) - (1) - protok izražen u kg/h (1 t) - protok izražen u t/h
-kraj mjernog područja pretvornika diferencijalnog tlaka	(dPHI) - (....) - numerička vrijednost izražena u mbar
-pretvornik apsolutnog tlaka numerička vrijednost izražena u bar_{aps}	(P-tr) - (P-Lo) - (....)- početak mjernog područja je (P-HI)-(....)- kraj mjernog područja je numerička vrijednost izražena u bar_{aps}
-visinski stupac vode između se na mjestu montaže sredine cjevovoda i pretvornika tlaka	(P-St) - (....) - numerička vrijednost izražena u mm; upisuje
-pretvornik temperature (t-tr) - (t-Lo) - (....)- početak mjernog područja je numerička vrijednost izražena u °C (t-HI) - (....)- kraj mjernog područja je numerička vrijednost izražena u °C	
-tip ulaza za diferencijalni tlak	(dPIn) - (0-20) - 0 do 20 mA (4-20) - 4 do 20 mA (ConS)- konstanta; uređaj radi s konstantnim diferencijalnim tlakom
-tip ulaza za apsolutni tlak	(P-In) - (0-20) - 0 do 20 mA (4-20) - 4 do 20 mA

tlakom	(ConS) - konstanta; uređaj radi s konstantnim apsolutnim
-tip ulaza za temperaturu	(t-In) - (0-20) - 0 do 20 mA (4-20) - 4 do 20 mA (ConS) - konstanta; uređaj radi s konstantnom temperaturom
-tip izlaza masenog protoka maksimalnom protoku (PrHI)	(PrOu) - (0-20) - 0 do 20 mA; 20 mA odgovara (4-20) - 4 do 20 mA; 20 mA odgovara maksimalnom protoku
(PrHI)	
-konstanta brojača mase	(brCn) - (1) - 1 kg po impulsu (10) - 10 kg po impulsu (100) - 100 kg po impulsu (1t) - 1 t po impulsu (10t) - 10 t po impulsu
-konstantni diferen. tlak	(dPCn) - (....) - numerička vrijednost izražena u mbar
-konstantni apsolutni tlak bar _{aps}	(P-Cn) - (....) - numerička vrijednost izražena u
-konstantna temperatura	(t-Cn) - (....) - numerička vrijednost izražena u °C
-promjena zaštitnog koda	(PASS) - (....) - numerička vrijednost

4) Opis poruka alarma:

Samodijagnostikom uređaj detektira greške prisutne u mjerenju, memoriji i pretvorbi. Poruke grešaka prijavljuju se na alarmnom releju i pokazivaču i to u slijedećem obliku:

-kada dođe do alarmnog stanja aktivira se alarmni relej.

-u glavnom meniu se izabere meni ALL i pritiskom na tipku ENTER na pokazivaču se pojavljuje naizmjenično natpis alarm s slijedećim porukama:

OZNAKA NA POKAZIVAČU		OPIS ALARMA	POTREBNA AKCIJA
AL 3	PArA	greška u parametriranju uređaja	kontrola unesenih parametara
AL 4	cALb	greška u kalibraciji uređaja	kalibrirati uređaj
AL 5	VodA	medij je voda; zaustavlja se brojanje mase	kontrola tlaka i temperature jer medij nije vodena para
AL 6	brCn	prevelika brzina rada brojača; zaustavlja se brojanje mase	promijeniti konstantu brojača
AL 7	dPCb	greška u kalibraciji ulaza diferencijalnog tlaka	kalibrirati ulaz diferencijalnog tlaka
AL 8	dPLo	signal diferencijal. tlaka manji od 4 mA (samo kod ulaza 4 do 20 mA)	kontrola pretvornika, uređaja i priključnih vodova
AL 9	dPHI	signal diferencijal. tlaka veći od 20 mA	kontrola pretvornika i uređaja
AL 10	P-Cb	greška u kalibraciji ulaza apsolutnog tlaka	kalibrirati ulaz apsolutnog tlaka
AL11	P-Lo	signal apsolutnog tlaka manji od 4 mA (samo kod ulaza 4 do 20 mA)	kontrola pretvornika, uređaja i priključnih vodova
AL 12	P-HI	signal apsolutnog tlaka veći od 20 mA	kontrola pretvornika i uređaja
AL 13	P-Cb	greška u kalibraciji ulaza temperature	kalibrirati ulaz temperature
AL14	t-Lo	signal temperature manji od 4 mA (samo kod ulaza 4 do 20 mA)	kontrola pretvornika, uređaja i priključnih vodova
AL15	t-HI	signal temperature veći od 20 mA	kontrola pretvornika i uređaja

Ako istovremeno postoji više alarmnih stanja, na pokazivaču je prikazan prvi aktivirani alarm, priskom na tipku ENTER pojavljuje se slijedeći alarm (ako ga ima) itd.. Kada se pogleda i zadnji prisutni alarm na pokazivaču je ispisano "noAL" i gasi se alarmni rele.

Pritiskom na tipku ESC vraća se u menu.

Alarmni rele je aktivan za cijelo vrijeme od nastanka alarma do trenutka kada se svaki pojedini alarm u meniju ALL potvrdi !

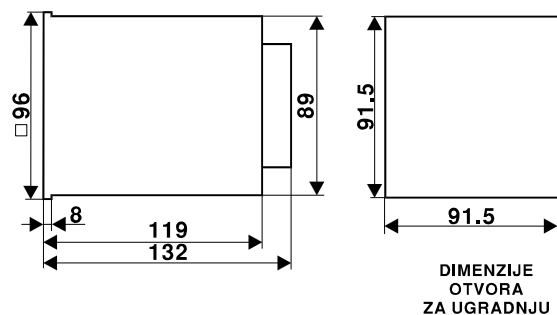
U slijedećem ciklusu mjerenja obnavljaju se postojeće alarmne poruke.

KORISNIČKO ODRŽAVANJE

Uređaj ne zahtijeva održavanje i nema dijelova koje bi korisnik mogao servisirati te nije dozvoljeno neovlašteno otvaranje i popravljanje uređaja

DIMENZIJE**PRORAČUN PROTOKA**

Računalo protoka izračunava gustoću i protok vodene pare u svakom mjernom ciklusu. Protok se računa prema standardu ISO 5167 dok se gustoća računa polinomskom aproksimacijom termodinamičkih tabela. Uređaj ujedno daje informaciju korisniku o stanju medija. U toku proračuna gustoće uređaj detektira da li se radi o pregrijanoj pari, zasićenoj pari, vlažnoj pari ili vodi. Ukoliko se detektira da je stanje medija voda, zaustavlja se brojač mase vodene pare i aktivira se alarm. Masa vodene pare dobije se integracijom masenog protoka. Protok se računa prema slijedećoj formuli:



$$Q = k * C * \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^4}} * \varepsilon * d_t^2 * \sqrt{\Delta p * \rho} \quad (\text{kg/h})$$

Ova jednadžba protoka mase prema ISO 5167 sadržava slijedeće elemente:

Q - protok mase (kg/h)

k - konstanta

C - koeficijent istjecanja

β - omjer otvora blende i unutarnjeg promjera cjevovoda

ε - faktor ekspanzije

d_t - temperaturno kompenzirani otvor blende (mm)

Δp - diferencijalni tlak (bar)

ρ - gustoća (kg/m³)

PRINCIP RADA

Računalo protoka je uređaj zasnovan na mikrokontroleru DS87C520 i kao ulaz prihvaća standardne strujne signale 0 ili 4 do 20 mA.

Na ulazima se za pretvorbu struje 0 do 20 mA u napon od 0 do 1 V nalaze otpornici od 50 Ohma i 25 ppm-a temperaturne stabilnosti. Pošto referentni napon za konverziju signala iznosi 2.5 V, najveća ulazna struja za koju se još može vršiti konverzija iznosi 25 mA. Signal se dalje vodi na analogni multipleksor na koji se vode još i druga dva mjerna ulaza, referentni napon i analogna masa (samokalibracija).

Pretvorba analognog signala u digitalni vrši se pomoću V/f konvertera, koji je preko optocouplera galvanski odvoja ulaze od ostatka uređaja.

Mikroprocesorski dio sklopa je realiziran pomoću mikrokontrolera DS87C520, dakle uz korištenje vanjske EPROM i EEPROM memorije. Sklop za reset i osiguranje ponovnog starta uređaja u slučaju smetnji realiziran je s DS1232 komponentom kojom se postiže potrebna pouzdanost u radu.

Napajanje uređaja je 220 V (odnosno 24V) / 50 Hz, a sekundarni naponi su sa zajedničkom masom, osim ranije spomenutog napona za analogni ulaz.

TEHNIČKI PODACI

ULAZNI SIGNALI Veličine koje predstavljaju Izbor tipa ulaza Ulazni otpor Opteretivost Mjerljivo prekoračenje Mjerni ciklus	3 x 0 do 20 ili 4 do 20 mA izlazni signali pretvornika Δp , p , t tipkovnicom za svaki pretvornik 50 Ω 0.25 W (50 mA kratkotrajno, 30 mA konstantno) do 25 mA (125 %) cca. 6 s
POKAZIVANJE MASE Broj znamenki Opseg brzine brojanja Vijek trajanja brojača	elektromehanički brojač, visina znamenki 4 mm 6 0 do 7200 impulsa na sat $>10^7$ impulsa
TREKUTNO POKAZIVANJE Odabir veličina za prikaz	4-znakovni LED pokazivač, visina znamenki 20 mm ciklički tipkovnicom (6mjernih veličina)
PRIKAZ PARAMETARA Odabir parametara	4-znakovni LED pokazivač, visina znamenki 20 mm ciklički tipkovnicom (19parametara)
DOJAVA ALARMA Značenje ispisa alarma	ispis na LED pokazivaču u meniju All ,aktivira se alarmni rele opisano u uputama za uporabu
ANALOGNI IZLAZNI SIGNAL Izbor tipa izlaza Dozvoljeni otpor petlje Veličina koju predstavlja	0 do 20 ili 4 do 20 mA tipkovnicom 0 do 600 Ω trenutna vrijednost masenog protoka
IMPULSNI IZLAZ Trajanje impulsa Dozvoljeno opterećenje Vijek trajanja kontakta Veličina koju predstavlja	mirni kontakt bez potencijala 200 ms 5 A, 250 VAC, 250 VA mehanički 30×10^6 preklapanja daljinski brojač
ALARMNI IZLAZ Trajanje impulsa Dozvoljeno opterećenje Vijek trajanja kontakta Veličina koju predstavlja	mirni kontakt bez potencijala 200 ms 5 A, 250 VAC, 250 VA mehanički 30×10^6 preklapanja zbirni alarm
POGREŠKE ULAZA Točnost	$>0.5\% \pm 1$ digit
UTJECAJ TEMPERATURE Dozvoljeni opseg rada Dozvoljeni opseg skladištenja	-10 do 55 $^{\circ}\text{C}$ -20 do 70 $^{\circ}\text{C}$
RELATIVNA VLAŽNOST	0 do 85 % RH
NAPAJANJE Potrošnja	220 V AC / 50 Hz ili 24 V AC +10 do -15 % 6 VA
ZAŠTITA Kućište Priključnice	IP 20 IP 00
KUĆIŠTE	96 x 96 x 120 mm; plastično; crne boje (RAL 9005)
PRIKLJUČNICE	za vijak, presjek vodova max. 2.5 mm ²