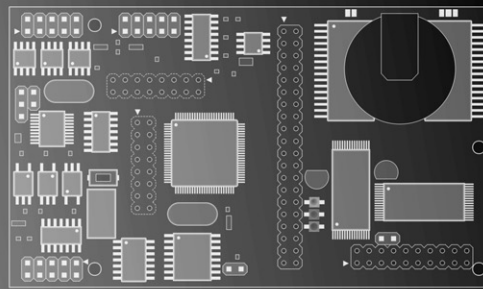




ELSACO, Jaselská 177  
28000 KOLÍN, CZ  
tel/fax +420-321-727753  
<http://www.elsaco.cz>  
mail: [elsaco@elsaco.cz](mailto:elsaco@elsaco.cz)



Stavebnice PROMOS Line 2

# CAIO-11

**Jednotka dvanácti univerzálních analogových  
pozic s připojením ke sběrnici CAN**

*Technický manuál*



© 2005 sdružení ELSACO

Účelová publikace ELSACO

**ELSACO, Jaselská 177, 280 02 Kolín 3**  
Tel./fax/modem: 321 727 753 / 321 727 759  
Internet: **[www.elsaco.cz](http://www.elsaco.cz)**

**Přípomínky:** [vondruska@elsaco.cz](mailto:vondruska@elsaco.cz)

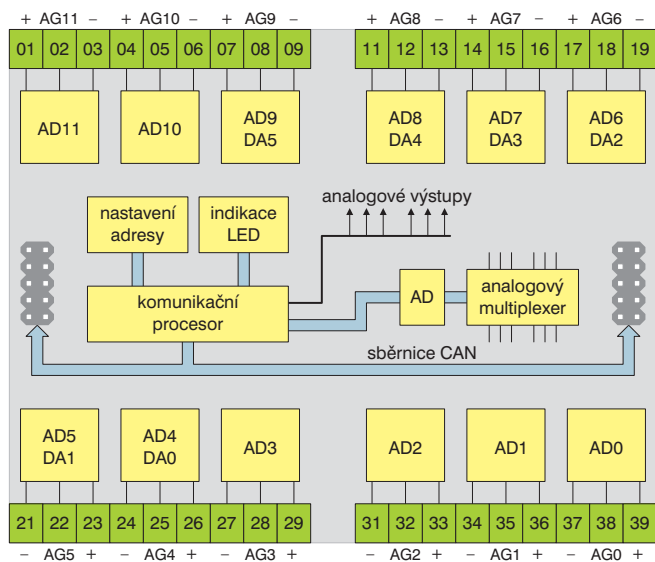
# 1 JEDNOTKA ANALOGOVÝCH I/O CAIO-11

## 1.1 Základní charakteristika

CAIO-11 je periferní jednotka s připojením na sběrnici CANopen s 12 pozicemi pro analogové vstupy/výstupy. Řízení jednotky a sběrnicovou komunikaci zajišťuje vestavěný mikroprocesor. Na čelním panelu je přepínač síťové adresy a spínač blokování výstupů. Sběrnice se k jednotce připojuje propojovacími můstky InCo, které obsahují vlastní komunikační linku a napájecí napětí. Blokové schéma jednotky je na obrázku 1.

Základní deska obsahuje analogový multiplexer a A/D převodník s rozlišením 14 bitů. Na univerzální pozice základní desky se podle potřeby osazují analogové moduly, které jsou výměnné bez rozebrání jednotky. **Moduly lze vyměňovat pouze při vypnutém napájení jednotky!**

Analogové vstupní moduly mohou být osazeny na kteroukoliv pozici. Obsahují operační zesilovač s odporovou sítí a podle modifikace umožňují měření napětí, proudu, odporu nebo přímé připojení odporových čidel Pt100, Ni1000 a KTY. Nepoužité pozice nemusí být nijak ošetřovány.



Obr. 1: Blokové schéma CAIO-11

Moduly pro analogový výstup mohou být osazeny pouze na 6 pozicích. Obsahují filtr a výstupní zesilovač. Používají se výstupy mikroprocesoru s pulsně-šířkovou modulací (PWM). Rozlišení je osmibitové.

Jednotka je konstrukčně uspořádána v kompaktní krabici, která se montuje na lištu DIN.

**Jednotka CAIO-11 je výběhová a již se nevyrobí!!!**

## 1.2 Technické údaje

### Komunikace

Komunikační protokol CAN2.0A/CANopen  
Rychlost komunikace typ. 500 kb/s

### Analogové vstupy

max. 12	
Rozlišení <sup>1)</sup>	14 bitů
Max. zisk vstupního zesilovače	100
Rozsahy měření <sup>2)</sup>	
napětí (bi-/unipolární)	50 mV ÷ 10 V
proud (bi-/unipolární)	1 ÷ 40 mA
odpor (přímé měření)	5 ÷ 100 kΩ
odporové vysílače	105, 130, 600, 1000 Ω
teplotní čidla	Pt100, Ni1000, KTY

### Analogové výstupy

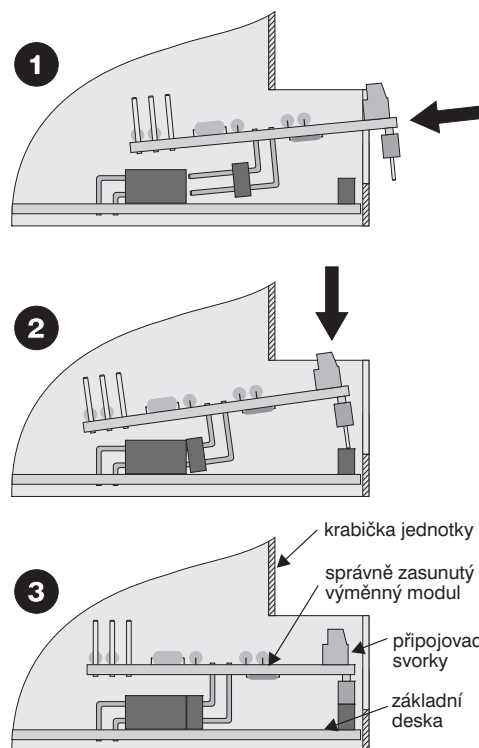
Typ výstupu	max. 6
Rozlišení <sup>1)</sup>	PWM
Výstupní rozsah <sup>2)</sup>	8 bitů
napětí	1, 2, 5 a 10 V
proud	1, 2, 5, 10 a 20 mA
Napájecí napětí / příkon	10 ÷ 30 V / max. 4 W
Rozměry š × v × h	106 × 90 × 73 mm
Rozsah pracovních teplot	-10 °C ÷ 50 °C
Kategorie přepětí	II
Stupeň znečištění	2

1) Chyby měření jsou podrobně rozepsány v kapitole 1.4

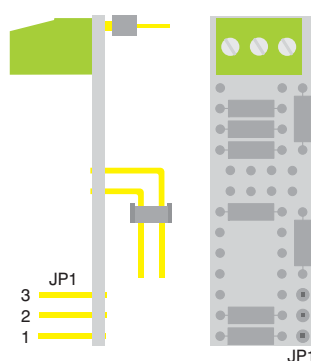
2) Uvedeny jsou pouze meze, konkrétní rozsah každého vstupu je určen osazením výměnného konfiguračního modulu

## 1.3 Univerzální analogové pozice

Jednotka obsahuje dvanáct univerzálních pozic pro vstupy/výstupy (označených 0 až 11). Typ každé pozice (vstup nebo výstup) a její rozsah je určen výměnným konfiguračním modulem SAIx-xx pro vstup a SPOx-xx pro výstup. Postup při



Obr. 2: Zasunutí výměnného modulu do pozice CAIO-11



Obr. 3: Výměnný modul pro CAIO-11

zasunutí modulu do pozice CAIO-11 názorně ukazuje obr. 2.

Každá analogová pozice je vybavena detekcí typu výměnného modulu (vstup/výstup). Jeho typ je indikován na LED diodách 0 až 11 v pravé části jednotky. Popis indikace je uveden v kapitole 1.5.3

### 1.3.1 Výměnné moduly

Výměnné moduly (domečky) se vsazují do univerzálních analogových pozic a slouží k určení typu analogové pozice

ce (vstup nebo výstup) a jejího rozsahu. Pohled na modul je na obr. 3. Označení těchto modulů začíná písmenem S. Vstupy je možno použít k měření napětí, proudu a odporu (odporové vysílače, teploměry Pt100 a Ni1000). Výstupní moduly jsou v provedení s napěťovým nebo proudovým výstupem. Typy výměnných modulů a jejich rozsahy jsou uvedeny níže v tabulkách. Na zakázku je možné zhotovit výměnný modul s jiným rozsahem.

Každý vstupní modul obsahuje propojovací kolíky JP1 (viz obr. 3), kterými se upravuje rozsah použitého domečku (0,5×, 1×, ±0,5×). Použití JP1 bude nejlépe patrné z příkladu, použitý domeček bude SAII-12 s rozsahem 0 ÷ 20 mA (podle tab. 3). Mohou nastat následující případy:

- 1) kolíky rozpojeny – rozsah 0 ÷ 10 mA (0,5×),
- 2) spojeny kolíky 1 a 2 – rozsah -10 ÷ +10 mA (±0,5×),
- 3) spojeny kolíky 2 a 3 – rozsah 0 ÷ 20 mA (1×).

**Výchozí nastavení propojovacích kolíků JP1 je takové, že jsou spojeny kolíky 2 a 3.**

*Propojovací kolíky je vhodné používat pouze v nejnужnějším případě a to jen pro napěťové a proudové rozsahy. U ostatních se doporučuje ponechat výchozí nastavení – neplatí přímá úměrnost rozsahu a zesílení.*

### 1.3.2 Analogové vstupy

K použití univerzálních pozic jako analogové vstupy slouží moduly SAIx-xx. Ty mohou být osazeny do všech dvanácti univerzálních pozic. Každý modul má diferenciální vstup a obsahuje operační zesilovač s konfigurační odporovou sítí. Podle typu umožňuje měření napětí, proudu, odporu, popř. přímé připojení odporových snímačů teploty Pt100, Ni1000 apod. Vstupní převodník A/D zajišťuje rozlišení 14 bitů. Indikační LED diody 0 až 11 v pravé části jednotky indikují u vstupních modulů limitaci vstupní veličiny.

Na vstupy mohou být připojena pouze čidla s výstupem odpovídajícím typu výměnného modulu. To např. znamená, že NESMÍ být přivedeno napětí na vstup, který je určen pro měření odporu nebo proudu. Dále se NESMÍ mezi vstupní svorky „+“ a „-“ připojit napětí menší než -9 V a větší než +15 V (napájecí napětí operačního zesilovače). Neplatí pro moduly SAIU a SAIV – pro ně je maximální napětí rovno rozsahu.

Analogové vstupy jsou snímány s nepřesně definovanou periodou, která je závislá na zatížení procesoru. Obvykle se pohybuje v rozmezí 20 ÷ 25 ms, maximální nepřekročí 30 ms. Každý vstup obsahuje softwarový filtr typu dolní propust 1. řádu. Jeho časová konstanta může být v rozsahu 0 ÷ 65536 ms s krokem 16 ms – je použita nejbližší nižší hodnota odpovídající násobku 16 (např. po zadání 33 nebo 47 bude časová konstanta filtru 32 ms). Aby byl filtr účinný, měla by být jeho časová konstanta nejméně dvojnásobná oproti periodě vzorkování, tedy minimálně 60 ms (vzhledem ke kroku časové konstanty filtru nejméně 64 ms). Defaultně je časová konstanta filtru nastavena na 1024 ms.

Pro každý vstup je možné zadat linearizační polynom 3. řádu

$$ax^3 + bx^2 + cx + d, \quad x = k \cdot AD,$$

kde  $a, b, c, d$  jsou konstanty polynomu pro každý vstup samostatně,

$AD$  je hodnota vstupu na výstupu převodníku.

Výchozí nastavení konstant polynomu je  $a=b=d=0, c=0,25, k=4$  a přepisují se výběrem typu domečku na vstupu modulu ve FREDu.

Linearizace má význam pouze u modulů pro měření odporu – tedy u modulů SAIB, SAIN, SAIP a SAIS. Do převodu odporu na napětí je zanesena nelinearita. Podle typu výměnného modulu se pohybuje od cca 0,5 % do téměř 7 % (SAIN). Kromě toho linearizace kompenzuje i vlastní nelinearitu snímače. Po A/D převodu a průchodu linearizačním polynomem se pohybuje max. v řádu 0,01 %, max. je 0,13 % u SAIS. Linearizační konstanty lze zadat pouze pomocí Object Dictionary a pro jed-

notlivé typy výměnných modulů jsou uvedeny v následující tabulce:

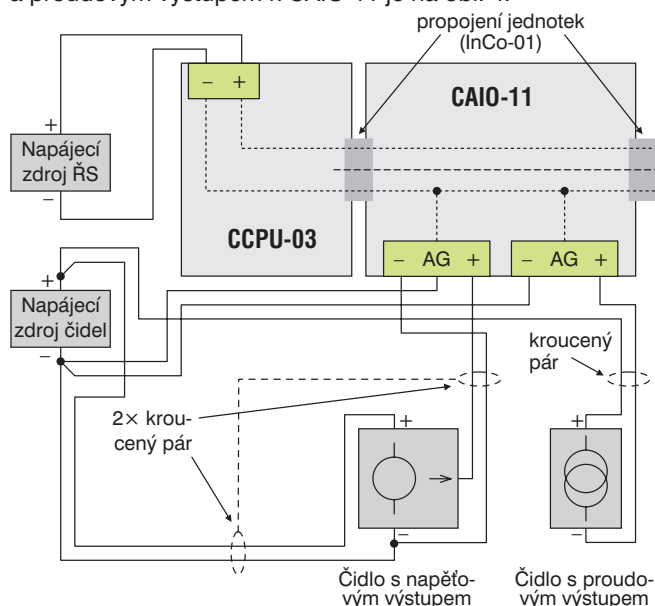
Typ	a	b	c	d
SAIB-00	1,418E-13	3,629E-07	9,756E-01	0
SAIB-01	1,395E-13	3,601E-07	9,758E-01	0
SAIB-02	5,612E-13	6,953E-07	9,520E-01	0
SAIB-03	1,046E-12	9,224E-07	9,351E-01	0
SAIN-31 <sup>1)</sup>	2,244E-12	-1,614E-06	1,096E+00	0
SAIN-32 <sup>1)</sup>	5,147E-12	-2,477E-06	1,140E+00	0
SAIN-33 <sup>1)</sup>	1,652E-11	-4,839E-06	1,246E+00	0
SAIN-42 <sup>1)</sup>	2,408E-12	-1,476E-06	1,086E+00	0
SAIN-43 <sup>1)</sup>	1,122E-11	-3,660E-06	1,192E+00	0
SAIN-31 <sup>2)</sup>	4,622E-12	-1,531E-06	1,081E+00	0
SAIN-32 <sup>2)</sup>	6,887E-12	-2,131E-06	1,110E+00	0
SAIN-33 <sup>2)</sup>	1,073E-11	-3,483E-06	1,183E+00	0
SAIN-42 <sup>2)</sup>	1,711E-12	-1,012E-06	1,059E+00	0
SAIN-43 <sup>2)</sup>	4,228E-12	-2,377E-06	1,138E+00	0
SAIP-21	5,204E-13	5,727E-07	9,602E-01	0
SAIP-22	9,423E-13	7,375E-07	9,476E-01	0
SAIP-32	4,697E-13	5,458E-07	9,622E-01	0
SAIP-33	1,247E-12	8,273E-07	9,404E-01	0
SAIP-34	2,218E-12	1,035E-06	9,226E-01	0
SAIP-42	2,575E-13	4,209E-07	9,713E-01	0
SAIP-43	8,141E-13	6,890E-07	9,513E-01	0
SAIS-01	1,365E-11	-1,794E-07	9,531E-01	0
SAIS-02	2,730E-11	-3,324E-07	9,043E-01	0
SAIS-03	1,216E-11	7,940E-07	8,956E-01	0
SAIS-11	2,093E-11	-3,601E-06	1,147E+00	0
SAIS-12	3,616E-11	-4,784E-06	1,159E+00	0
SAIS-13	1,523E-11	-1,791E-06	1,052E+00	0
SAIS-21	2,126E-11	-1,900E-06	1,033E+00	0
SAIS-22	3,656E-11	-2,297E-06	9,937E-01	0
SAIS-23	1,397E-11	1,584E-07	9,296E-01	0

<sup>1)</sup> údaje pro čidlo Ni1000 s konstantou 5000 ppm

<sup>2)</sup> údaje pro čidlo Ni1000 s konstantou 6180 ppm

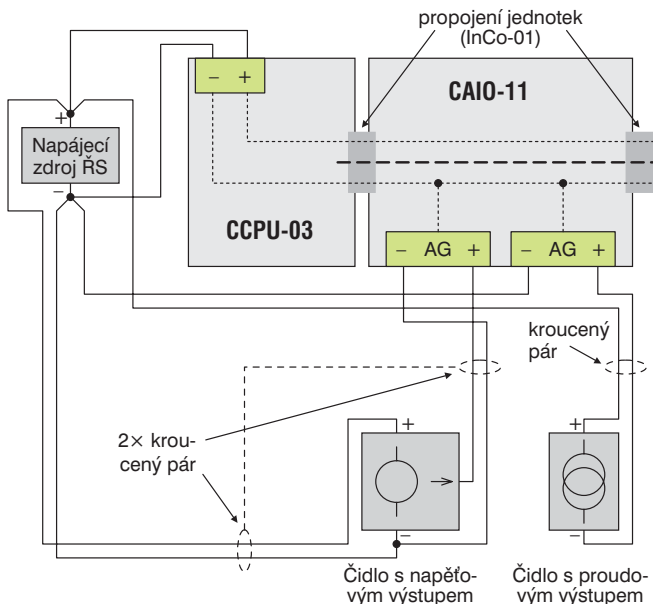
### Připojení aktivních čidel

Při použití aktivních čidel vyžadujících napájení (např. teploměr s převodníkem teplota/napětí nebo teplota/proud) je vhodné tato čidla napájet ze samostatného zdroje, jehož společná svorka je spojena se svorkou AG výměnného modulu pouze v jednom místě – nepropojovat vzájemně svorky AG všech jednotek. Připojení aktivních čidel s napěťovým a proudovým výstupem k CAIO-11 je na obr. 4.



Obr. 4: Čidla napájená ze samostatného zdroje

CAIO-11 – jednotka 12 univerzálních analogových I/O



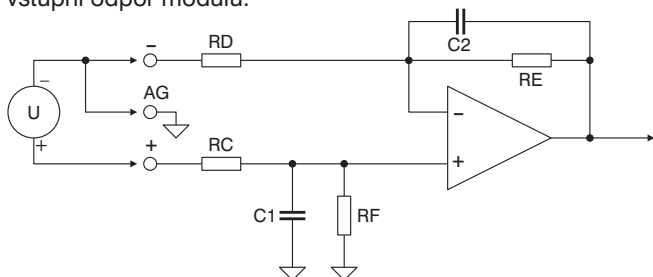
Obr. 5: Čidla napájená ze zdroje řídicího systému

Čidla je též možné napájet z napájecího zdroje řídicího systému. Připojení čidel je vidět na obrázku 5. U tohoto připojení se nesmí společná svorka napájecího zdroje spojit se svorkou AG (spojení je již provedeno uvnitř jednotky).

Připojení čidel s proudovým výstupem je vhodné provést kabelem s krouceným párem, čidla s napěťovým výstupem dvěma kroucenými páry – jeden pro napájení a druhý pro výstupní napětí (kvůli rušení naindukovanému do vedení – bude potlačeno diferenciálním zesilovačem na vstupu výměnného modulu).

### Měření napětí

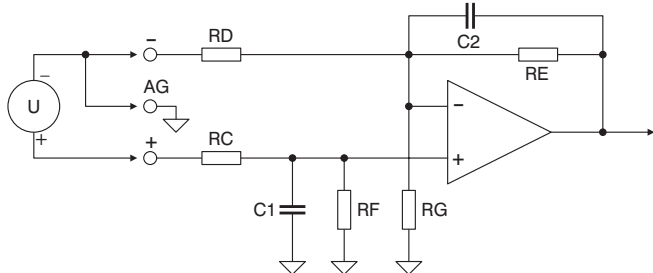
Vstupní zesilovač je zapojen jako diferenciální napěťový zesilovač s oběma vstupy (invertujícími i neinvertujícími) vyvedenými na vstupní svorky. Odporů RC, RD, RE a RF určují zesílení a vstupní odpor modulu.



Obr. 6: Schéma zapojení modulů SAIU-xx

Moduly jsou vyráběny ve dvou provedeních lišících se maximálním napětím libovolného vstupu proti analogové zemi (AG). U SAIU-xx (schéma na obr. 6, údaje v tabulce 1) může být maximální vstupní napětí proti AG rovno napájecímu napětí operačního zesilovače výměnného modulu.

SAIV-xx má odporový dělič i v invertující vstupu (schéma na obr. 7, údaje v tabulce 2), což umožňuje zvětšení úrovně vstupního signálu proti společné analogové zemi.



Obr. 7: Schéma zapojení modulů SAIV-xx

Tab. 1: Moduly pro měření napětí

Typ modulu	Rozsah [ V ]	Dol. mez [ V ]	Hor. mez [ V ]	$U_{MAX}^{*)}$ [ V ]
SAIU-02	20 V	0,0 V	20,0 V	$\pm 40$ V
SAIU-12	10 V	0,0 V	10,0 V	$\pm 25$ V
SAIU-22	5 V	0,0 V	5,00 V	$\pm 15$ V
SAIU-32	2 V	0,0 V	2,00 V	$\pm 10$ V
SAIU-42	1 V	0,0 V	1,00 V	$\pm 10$ V

Typ modulu	Vstupní odpor [ k $\Omega$ ]			Rozlišení [ $\mu$ V ]
	$R_{DIF}$	$R_{IN+}$	$R_{IN-}$	
SAIU-02	1440	900	720	1220
SAIU-12	720	540	360	610
SAIU-22	360	360	180	305
SAIU-32	144	252	72	122
SAIU-42	72	216	36	61

\*) maximální povolené napětí mezi libovolným vstupem a vstupní analogovou zemí

$R_{DIF}$  odpor mezi vstupy „+“ a „-“

$R_{IN+}$  odpor mezi vstupem „+“ a analogovou zemí AG

$R_{IN-}$  odpor mezi vstupem „-“ a analogovou zemí AG

Kondenzátory C1 a C2 omezují kmitočtový rozsah vstupního zesilovače a zároveň slouží k omezení případných rušivých impulsů při měření pomalých signálů.

Tab. 2: Moduly pro měření napětí

Typ modulu	Rozsah [ V ]	Dol. mez [ V ]	Hor. mez [ V ]	$U_{MAX}^{*)}$ [ V ]
SAIV-02	20 V	0,0 V	20,0 V	$\pm 100$ V
SAIV-12	10 V	0,0 V	10,0 V	$\pm 150$ V
SAIV-22	5 V	0,0 V	5,00 V	$\pm 80$ V

Typ modulu	Vstupní odpor [ k $\Omega$ ]			Rozlišení [ $\mu$ V ]
	$R_{DIF}$	$R_{IN+}$	$R_{IN-}$	
SAIV-02	1440	900	720	1220
SAIV-12	720	540	360	610
SAIV-22	360	360	180	305

\*) maximální povolené napětí mezi libovolným vstupem a vstupní analogovou zemí

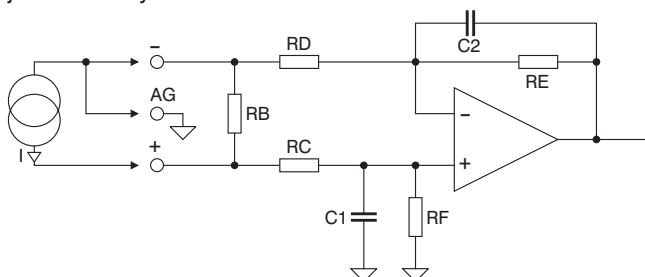
$R_{DIF}$  odpor mezi vstupy „+“ a „-“

$R_{IN+}$  odpor mezi vstupem „+“ a analogovou zemí AG

$R_{IN-}$  odpor mezi vstupem „-“ a analogovou zemí AG

### Měření proudu

Provádí se nepřímým měřením napěťového úbytku na snímacím odporu RB, který je zapojen mezi vstupními svorkami „+“ a „-“. Schéma modulu je na obr. 8, typy modulů a parametry jsou uvedeny v tabulce 3.



Obr. 8: Schéma zapojení modulů SAII-xx

Kondenzátory C1 a C2 omezují kmitočtový rozsah vstupního zesilovače a zároveň slouží k omezení případných rušivých impulsů při měření pomalých signálů.

Standardní moduly umožňují měření proudu do 40 mA, pro měření větších proudů je třeba použít vnější snímací odpor. Pro hodnotu vnějšího odporu  $R_{EXT}$  platí následující vztah:

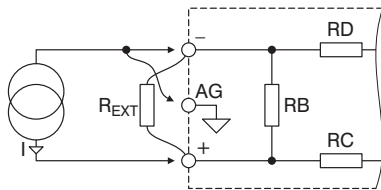
Tab. 3: Moduly pro měření proudu

Typ modulu	Rozsah [ mA ]	Dol. mez [ mA ]	Hor. mez [ mA ]	Snímací odpor
SAII-02	40	0,0	40,0	125 Ω
SAII-12	20	0,0	20,0	125 Ω
SAII-22	10	0,0	10,0	100 Ω
SAII-32	5	0,0	5,0	200 Ω

$$R_{EXT} = \frac{R_B \cdot I_M}{I - I_M}$$

kde:  $R_{EXT}$  je vypočtená hodnota vnějšího odporu,  
 $R_B$  je snímací odpor modulu (podle tabulky 3),  
 $I_M$  je proudový rozsah modulu (podle tabulky 3),  
 $I$  požadovaný proudový rozsah.

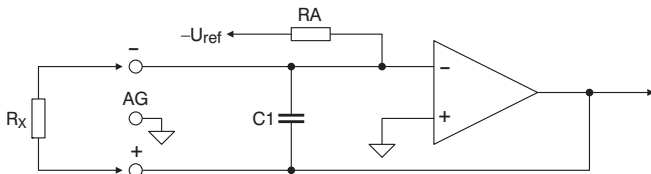
Pro zachování přesnosti měření je nezbytně nutné, aby vypočtená hodnota vnějšího odporu byla dodržena s tolerancí ±0,1 %. Připojení vnějšího odporu  $R_{EXT}$  je vidět na obr. 9.



Obr. 9: Připojení vnějšího snímacího odporu

### Přímé měření odporu

Provádí se pomocí invertujícího zesilovače, u kterého je měřený odpor zapojen ve zpětné vazbě. Modul obsahuje pouze odpor  $R_A$ , který určuje rozsah měření. Schéma modulu je na obr. 10, typy modulů a parametry jsou uvedeny v tabulce 4.



Obr. 10: Schéma zapojení modulů SAIR-xx

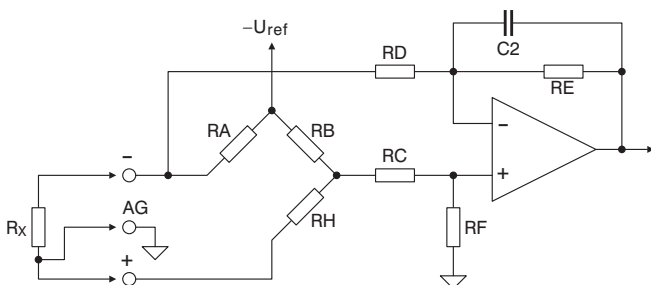
Kondenzátor C1 omezuje kmitočtový rozsah vstupního zesilovače a zároveň slouží k omezení případných rušivých impulsů při měření pomalých signálů.

Tab. 4: Moduly pro přímé měření odporu

Typ modulu CAIO-12	Rozsah [ kΩ ]	Rozlišení [ Ω ]	Měřicí proud
SAIR-01	5	0,305	1 mA
SAIR-11	10	0,61	500 μA
SAIR-21	20	1,22	250 μA
SAIR-31	50	3,05	100 μA
SAIR-41	100	6,1	50 μA

### Měření odporu pasivním můstkem

Používá se při měření odporu nízkoohmových snímačů neelektrických veličin (např. teplota, tlak), u nichž obvykle



Obr. 11: Schéma zapojení modulů SAIB-xx, SAII-xx, SAIP-xx, SAIS-xx

dochází jen k malé změně odporu. Snímač je do můstku zapojen třídrátově, což umožňuje částečně eliminovat vliv odporu vedení. Schéma zapojení modulu je na obr. 11, typy modulů pro měření odporu odporových vysílačů udává tabulka 5.

Tab. 5: Moduly pro měření odporu pasivním můstkem

Typ modulu	Rozsah [ Ω ]	Dolní mez [ Ω ]	Horní mez [ Ω ]
SAIB-00	0 ÷ 105	0,0	111,7
SAIB-01	0 ÷ 130	0,0	134,5
SAIB-02	0 ÷ 600	0,0	605,0
SAIB-03	0 ÷ 1000	0,0	1012

Kondenzátor C2 omezuje kmitočtový rozsah vstupního zesilovače a zároveň slouží k omezení případných rušivých impulsů při měření pomalých signálů.

### Připojení teplotních čidel Pt100

Pro připojení teplotních snímačů Pt100 slouží moduly SAIP-xx. Schématické zapojení modulů a připojení snímačů je stejné jako u modulů SAIB-xx na obr. 11. Typy modulů a přesné rozsahy jsou v tabulce 6.

Tab. 6: Moduly pro připojení teploměrů Pt100

Typ modulu	Rozsah [ °C ]	Dolní mez [ °C ]	Horní mez [ °C ]
SAIP-21	-100 ÷ 50	-110,8	52,17
SAIP-22	-100 ÷ 100	-110,8	114,1
SAIP-32	-50 ÷ 100	-45,75	106,8
SAIP-33	-50 ÷ 200	-45,75	210,8
SAIP-34	-50 ÷ 300	-45,75	302,7
SAIP-42	0 ÷ 100	0,0	105,8
SAIP-43	0 ÷ 200	0,0	204,4

### Připojení teplotních čidel Ni1000

Pro připojení snímačů Ni1000 (5000 ppm a 6180 ppm) jsou určeny moduly SAIN-xx. Schématické zapojení modulů a připojení snímačů je stejné jako u modulů SAIB-xx na obr. 11. Typy modulů a přesné rozsahy pro snímače 5000 ppm a 6180 ppm jsou v tabulce 7.

Tab. 7: Moduly pro připojení teploměrů Ni1000

Typ modulu	Hrubý rozsah [ °C ]	5000 ppm		6180 ppm	
		Dmez [ °C ]	Hmez [ °C ]	Dmez [ °C ]	Hmez [ °C ]
SAIN-31	-50 ÷ 50	-60,46	59,62	-48,42	48,80
SAIN-32	-50 ÷ 100	-60,46	103,6	-48,42	85,90
SAIN-33	-50 ÷ 200	-60,46	199,6	-48,42	171,2
SAIN-42	0 ÷ 100	0,0	104,9	0,0	87,0
SAIN-43	0 ÷ 200	0,0	201,8	0,0	173,2

Tab. 8: Moduly pro čidla teploty KTY

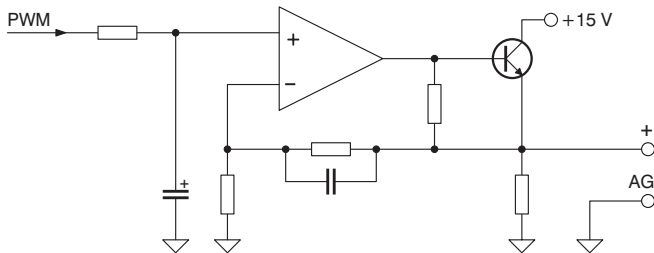
Typ modulu	Rozsah [ °C ]	Dolní mez [ °C ]	Horní mez [ °C ]
<b>pro čidlo KTY10-6</b>			
SAIS-01	-50 ÷ 50	-53,8 °C	57,1 °C
SAIS-02	-50 ÷ 100	-53,8 °C	109,8 °C
SAIS-03	0 ÷ 100	-3,4 °C	107,2 °C
<b>pro čidlo KTY81-110</b>			
SAIS-11	-50 ÷ 50	-51,0 °C	50,3 °C
SAIS-12	-50 ÷ 100	-51,0 °C	107,7 °C
SAIS-13	0 ÷ 100	-9,6 °C	107,4 °C
<b>pro čidlo KTY81-210</b>			
SAIS-21	-50 ÷ 50	-53,0 °C	55,0 °C
SAIS-22	-50 ÷ 100	-53,0 °C	103,4 °C
SAIS-23	0 ÷ 100	-2,1 °C	101,0 °C

## Připojení teplotních čidel KTY

Pro připojení polovodičových teplotních snímačů KTY slouží moduly SAIS-xx. Schématické zapojení modulů a připojení snímačů je stejné jako u modulů SAIB-xx na obr. 11. Typy modulů a přesné rozsahy pro snímače KTY jsou v tabulce 8.

### 1.3.3 Analogové výstupy PWM

K použití univerzálních pozic jako analogové výstupy slouží moduly SPOx-xx, které mohou být osazeny pouze do univerzálních pozic 4 až 9 (analogové výstupy 0 až 5). Každý modul obsahuje operační zesilovač s konfigurační odporovou sítí a filtrem. Podle typu umožňuje napěťový nebo proudový výstup. Používají se výstupy mikro počítače s pulsně-šířkovou modulací (PWM). Rozlišení je osmibitové.



Obr. 12: Schéma zapojení modulů SPOU-xx

### Napěťový výstup

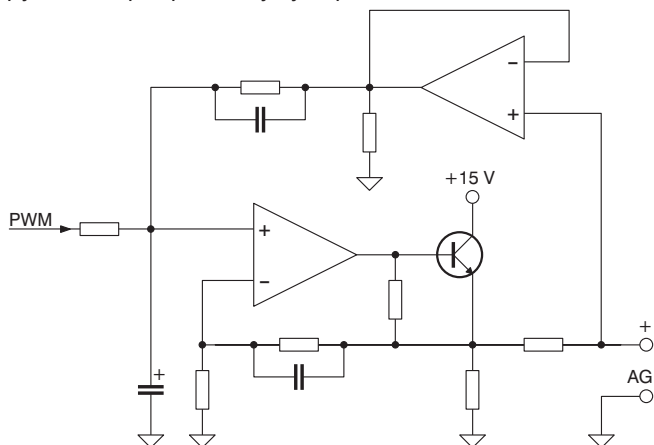
Pro napěťové výstupy se používají moduly SPOU-xx, které zpracovávají signál s pulsně-šířkovou modulací. Schéma zapojení modulu je na obr. 12, typy modulů pro napěťový výstup udává tabulka 9.

Tab. 9: Moduly pro napěťový výstup PWM

Typ modulu	Rozsah [V]	Rozlišení [mV]	$I_{O\text{MAX}}$ [mA]
SPOU-00	0 ÷ 10	39	10
SPOU-10	0 ÷ 5	19,5	
SPOU-20	0 ÷ 2	7,8	
SPOU-30	0 ÷ 1	3,9	

### Proudový výstup

Pro proudové výstupy se používají moduly SPOI-xx, které zpracovávají signál s pulsně-šířkovou modulací. Výstupní obvod pracuje jako zdroj proudu. Jeho typické výstupní napětí je 12 V, minimální 10 V. Schéma zapojení modulu je na obr. 13, typy modulů pro proudový výstup udává tabulka 10.



Obr. 13: Schéma zapojení modulů SPOI-xx

## 1.4 Chyby měřicího řetězce

Pro posouzení celkové přesnosti převodu je nutno brát ohled na parametry jednotlivých členů měřicího řetězce.

Tab. 10: Moduly pro proudový výstup PWM

Typ modulu	Rozsah [mA]	Rozlišení [ $\mu\text{A}$ ]	$R_{Z\text{MAX}}$ [ $\Omega$ ]
SPOI-00	0 ÷ 20	78	600
SPOI-10	0 ÷ 10	39	1200
SPOI-20	0 ÷ 5	19,5	2400
SPOI-30	0 ÷ 2	7,8	6 k
SPOI-40	0 ÷ 1	3,9	12 k

### 1.4.1 Odporů výměnných modulů

Pro jednotlivé odpory výměnných modulů jsou použity odpory s tolerancí 0,1%. V místech, kde je důležitý poměr nebo shoda odporů, jsou jednotlivé odpory vybírány tak, aby s uvedenou tolerancí byla dodržena i shoda nebo poměr. Teplotní závislost odporů je max. 25 ppm/°C.

### 1.4.2 Operační zesilovač

Použité vstupní operační zesilovače OP07 mají následující parametry:

	typ.	max.	jedn.
Napěťový drift při 25°C	60	150	$\mu\text{V}$
Teplotní závislost driftu	0,5	1,8	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Napěťový drift tepl. rozsahu 0 ÷ 70°C	85	250	$\mu\text{V}$
Vstupní proud při 25°C	1,8	7	nA
Tepl. závislost vst. proudu	18	50	pA/°C
Vst. proud v tepl. rozsahu 0 ÷ 70°C	2,2	7	nA
Vstupní proudová nesymetrie	0,8	6	nA
Koef. potlačení souhl. signálu	120		dB

Vliv uvedených veličin na přesnost měření závisí na konkrétním zapojení vstupního obvodu, především na zesílení a velikosti odporů zapojených do vstupů zesilovače. Při zesílení okolo 1 s odpory do 100 k $\Omega$  je vliv napěťového driftu a vstupních proudů zcela zanedbatelný. Při zesílení 50 může u nevytvořeného zesilovače (standardní provedení jednotky) dosahovat chyba nuly až 0,3 % rozsahu.

### 1.4.3 A/D převodník

A/D převodník použitý v jednotce má následující parametry:

	typ.	max.	jedn.
Integrální nelinearita		$\pm 1,5$	LSB
Offsetová chyba	$\pm 3$	$\pm 8$	LSB
Chyba rozsahu	$\pm 6$	$\pm 12$	LSB
Teplotní závislost rozsahu	$\pm 5$		ppm/°C
Vlastní šum převodníku	-92		dB

### 1.4.4 Referenční napětí

Referenční napětí je nastaveno na hodnotu 2,5 V s přesností  $\pm 0,2$  %. Vliv vnějšího zesilovače referenčního napětí je vzhledem k zesílení 1 a minimálním impedancím ve vstupních obvodech zcela zanedbatelný. Teplotní součinitel referenčního napětí je typicky 20 ppm/°C, maximálně 100 ppm/°C.

Vliv referenčního napětí se uplatňuje pouze u měření napětí nebo proudu. U měření odporu je použitím stejného napětí k napájení měřicího obvodu (můstku) i jako zdroj opěrného napětí pro aproximační převodník tento vliv kompenzován.

### 1.4.5 D/A převodník

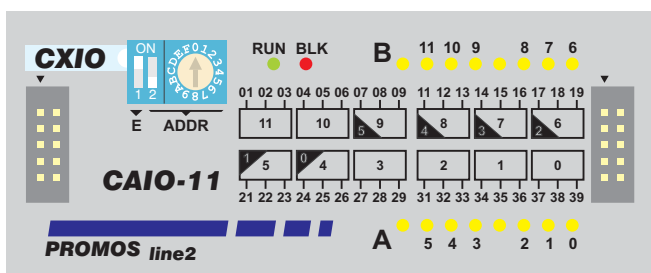
U jednotky CAIO-11 je D/A převodník realizován na principu pulsně-šířkové modulace. Použito je všech šest kanálů PWM mikro počítače, kterým je jednotka řízena. Každý kanál má následující parametry:

Typ výstupu	PWM	
Rozlišení	8	bit
Offset nuly výstupu, typ.	1	LSB
Přesnost převodu	2	%
Linearita	0,3	%
Teplotní závislost	80	ppm/°C

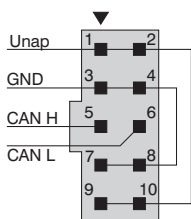
Výslednou chybu převodu ovlivňují kromě parametrů převodníku také vlastnosti operačního zesilovače a odporů použitých ve výstupním modulu. Vzhledem k použití stejných typů součástek jako u vstupních modulů platí to, co je uvedeno v kapitolách 1.4.1 a 1.4.2

## 1.5 Konfigurace jednotky

Na čelním panelu CAIO-11 (obr. 14) jsou umístěny všechny připojovací, nastavovací a indikační prvky.



Obr. 14: Přední panel CAIO-11



Po stranách jsou dva hřebíkové konektory pro připojení ke sběrnici CAN. Jejich zapojení je vidět na obrázku vlevo. Sběrnice je průchozí, což umožňuje snadné řazení jednotek za sebe. K propojení je možné použít speciální propojovací můstky InCo nebo plochý desetižilový kabel se zaříznutými konektory PFL10.

V levé horní části se nacházejí konfigurační přepínače, jeden otočný a dva posuvné, a LED indikující chování modulu.

### 1.5.1 Konfigurační přepínače

Levý z dvojice přepínačů (označen E) slouží k odpínání analogových výstupů (výstupní veličina klesne na nulu).

Pravý z dvojice posuvných přepínačů a přepínač otočný (označeny ADDR) slouží k nastavení adresy modulu na sběrnici CAN. Adresy modulu podle nastavení přepínačů ukazuje tabulka:

Přepínač posuvný	Otočný	Adresa	Přepínač posuvný	Otočný	Adresa
OFF	0	zakázaná	ON	0	nepoužitá
OFF	1	1	ON	1	17
OFF	2	2	ON	2	18
OFF	3	3	ON	3	19
OFF	4	4	ON	4	20
OFF	5	5	ON	5	21
OFF	6	6	ON	6	22
OFF	7	7	ON	7	23
OFF	8	8	ON	8	24
OFF	9	9	ON	9	25
OFF	A	10	ON	A	26
OFF	B	11	ON	B	27
OFF	C	12	ON	C	28
OFF	D	13	ON	D	29
OFF	E	14	ON	E	30
OFF	F	15	ON	F	31

Adresa musí být v rámci jednoho vedení sběrnice CAN jedinečná – na sběrnici se nesmí vyskytnout dva moduly se shodnou adresou.

### 1.5.2 Stavové indikační LED

Vpravo vedle přepínačů jsou dvě stavové LED (dvoubarevné) indikující momentální stav a chování modulu. Lze rozeznat následující režimy činnosti:

- *Preoperational* jednotka je těsně po resetu, ale ještě není v provozním stavu,
  - *RUN* jednotka je v provozním stavu,
  - *STOP* jednotka je ve stavu „zamrzlé výstupy“ (uživatel vyvolaný stav – např. při aktualizaci projektu v centrále),
  - *Guard Error* chyba komunikace, ztráta dat na sběrnici.
- Každý z těchto stavů indikuje levá dioda (označená RUN) a to následovně:

- *svítí červeně* Guard Error,
- *svítí žlutě* Preoperational,
- *bliká červeně* STOP,
- *blikne zeleně* jednotka přijala zprávu ze sběrnice,
- *nesvítí* RUN.

Pravá z diod (označená BLK) indikuje odpojení analogových výstupů a některé režimy činnosti:

- *svítí červeně* režim Preoperational nebo odpojení výstupů přepínačem E,
- *svítí žlutě* STOP nebo Guard Error.

V režimu Guard Error je na všech výstupech uživatelem přednastavená hodnota.

### 1.5.3 LED analogových pozic

V pravé polovině čelního panelu je v horní i dolní části umístěna řada osmi žlutých LED (označených dole 0 až 5 a nahoře 6 až 11, každá čtvrtá neoznačena). Tyto diody indikují typ vloženého modulu a u vstupního modulu i limitaci vstupní hodnoty. Indikace je také závislá na poloze přepínače odpojení výstupů E. Je-li přepínač E v poloze OFF a dioda příslušné pozice:

- *nesvítí* pozice je prázdná,
- *bliká* je vložen výstupní modul,
- *svítí* je vložen vstupní modul.

Je-li přepínač E v poloze ON a dioda příslušné pozice:

- *nesvítí* je vložen vstupní modul a vstupní hodnota se nachází mezi dolní a horní mezí modulu,
- *bliká*
  - *krátký svit, dlouhá mezera* je vložen vstupní modul a vstupní hodnota je pod dolní mezí,
  - *dlouhý svit, krátká mezera* je vložen vstupní modul a vstupní hodnota je nad horní mezí,
- *svítí* je vložen výstupní modul.

## 1.6 Komunikační vlastnosti

Jednotka CAIO-11 připojená ke sběrnici CAN zpracovává objekty z Object Dictionary uvedené v následující tabulce. Podrobný popis protokolu CANopen a Objekt Dictionary je uveden v samostatném manuále „Komunikační protokoly jednotek PL2“.

Objekty společné všem jednotkám PL2	
1000	Device Type
1001	Error Register
100c	Guard Time
100d	Life Time Factor
1010	Store Parameters
1011	Restore Default Parameters
1018	Identity Object



1400÷03	Recieve PDO1÷4 Communication Parameter
1600÷03	Recieve PDO1÷4 Mapping Parameter
1800÷03	Transmit PDO1÷4 Communication Parameter
1a00÷03	Transmit PDO1÷4 Mapping Parameter
2000	COM Speed
2001	COM Delay
2002	NMT State

Objekty určené jen pro CAIO-11	
3110	Časová konstanta filtrů analogových vstupů
3111	Jednotná časová konstanta filtrů všech analogových vstupů
3201	Uživatelsky definované hodnoty analogových výstupů v režimu Guard Error
3300÷03	Konstanty d÷a linearizačního polynomu $ax^3+bx^2+cx+d$
6120	Binární vstupy
6401	Analogové vstupy
6410	Analogové výstupy

Jednotka CAIO-11 má z výroby namapovány objekty do **příjmácích** PDO podle následující tabulky:

Byte	PDO1	PDO2	PDO3	PDO4
1	6410 01 08	–	–	–
2	6410 02 08	–	–	–
3	6410 03 08	–	–	–
4	6410 04 08	–	–	–
5	6410 05 08	–	–	–
6	6410 06 08	–	–	–
7	–	–	–	–
8	3111 00 10	–	–	–

Jednotka CAIO-11 má z výroby namapovány objekty do **vysílacích** PDO podle následující tabulky:

Byte	PDO1	PDO2	PDO3	PDO4
1	6401 01 10	6401 05 10	6401 09 10	6120 01 08
2	–	–	–	6120 02 08
3	6401 02 10	6401 06 10	6401 0a 10	6120 02 08
4	–	–	–	–
5	–	–	–	–
6	6401 03 10	6401 07 10	6401 0b 10	–
7	–	–	–	–
8	6401 04 10	6401 08 10	6401 0c 10	–

U čísel objektů znamená levé čtyřčíslí index (**I**), prostřední dvojčíslí subindex (**SI**) a pravé dvojčíslí délku objektu v bitech. Všechna čísla jsou hexadecimální.

### ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU

Typ	Obj. číslo	Modifikace
CAIO-11	EI5841.00	standardní (výběhový typ)

### ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU VÝMĚNNÝCH MODULŮ

Typ modulu	Obj. číslo		
SAIU-02	EI5900.02	SAIP-34	EI5907.34
SAIU-12	EI5900.12	SAIP-42	EI5907.42
SAIU-22	EI5900.22	SAIP-43	EI5907.43
SAIU-32	EI5900.32	SAIN-31	EI5906.31
SAIU-42	EI5900.42	SAIN-32	EI5906.32
SAIV-02	EI5901.02	SAIN-33	EI5906.33
SAIV-12	EI5901.12	SAIN-42	EI5906.42
SAIV-22	EI5901.22	SAIN-43	EI5906.43
SAII-02	EI5902.02	SAIS-01	EI5908.01
SAII-12	EI5902.12	SAIS-02	EI5908.02
SAII-22	EI5902.22	SAIS-03	EI5908.03
SAII-32	EI5902.32	SAIS-11	EI5908.11
SAIB-00	EI5904.00	SAIS-12	EI5908.12
SAIB-01	EI5904.01	SAIS-13	EI5908.13
SAIB-02	EI5904.02	SAIS-21	EI5908.21
SAIB-03	EI5904.03	SAIS-22	EI5908.22
SAIP-21	EI5907.21	SAIS-23	EI5908.23
SAIP-22	EI5907.22	SPOU-00	EI5941.00
SAIP-32	EI5907.32	SPOI-00	EI5943.00
SAIP-33	EI5907.33		

všechny výměnné moduly jsou na objednávku

