

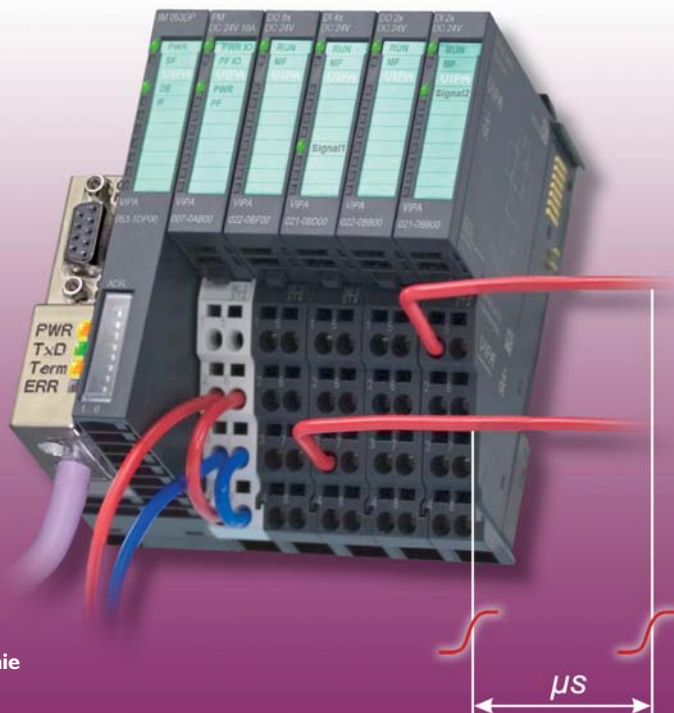
# VIPA SLIO

## mikrosekundovo presné riadenie cez priemyselnú zbernicu

SLIO (Slice-I/O) od firmy VIPA GmbH je kompletne novovyvinutý I/O systém.

Vďaka kompaktným rozmerom a modularite je so systémom SLIO realizácia automatizačných projektov jednoduchšia a predovšetkým rýchlejšia.

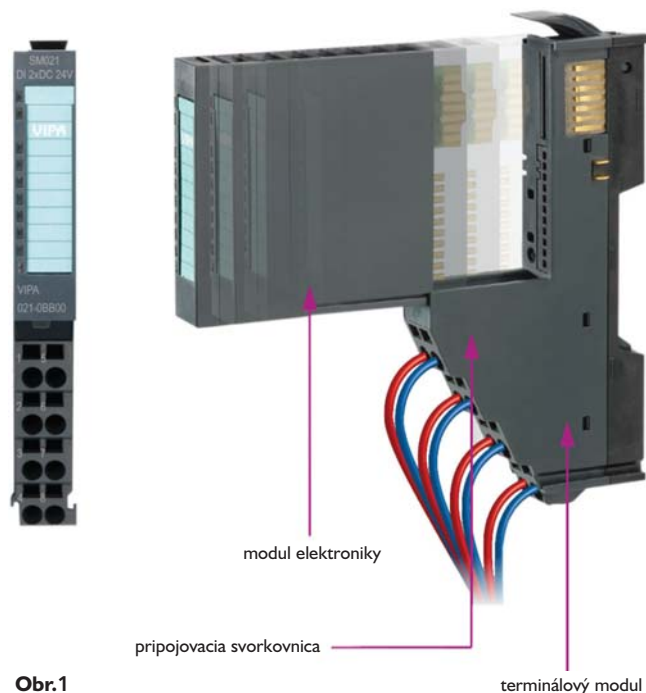
SLIO umožňuje mikrosekundovo presné riadenie a meranie so všetkými podporovanými priemyselnými zbernicami.



### Mechanika modulov

V moduloch SLIO sa stretáva vysoká funkcionálnosť s premyslenou mechanickou koncepciou. Montáž všetkých modulov sa realizuje kolmo na DIN lištu, čo optimalizuje priestorové využitie rozvádzača.

Systém je rozmerovo veľmi kompaktný a modulárny, čo umožňuje jeho konfiguráciu presne podľa požiadaviek aplikácie. Interface moduly (IM) pre Profibus-DP, CANopen, EtherCAT a Modbus podporujú až 64 modulov v jednom rade. Napájanie interface modulov sa realizuje vymeniteľnými zdrojovými modulmi, takže v prípade poruchy napájania nie je potrebné meniť IM.



Obr.1

Vonkajšie výkonové časti elektronických modulov (EM) sa napájajú farebne odlišenými napájacími modulmi (PM), ktoré zároveň definujú oddelené potenciálové skupiny podľa požiadaviek projektu. Elektronické moduly sú spojené s terminálovými (svorkovými) modulmi pomocou posuvného mechanizmu.

Terminálový modul je pre všetky typy elektronických modulov rovnaký. Táto vlastnosť výrazne zjednodušuje návrh systému a redukuje sortiment dielov. Terminálový modul obsahuje okrem svoriek, kontakty na napájanie elektronických modulov a mechanické prepojenie zadnej zbernice. Pružinové signálové svorky sú radené v stupňoch, aby umožňovali rýchle a prehľadné zapojenie. Servisný zásah sa obmedzuje len na vytiahnutie elektroniky zo svorkového modulu, ktorý zostáva bez zmeny upevnený na 35 mm DIN lište. Tento spôsob nielen zjednodušuje a urýchľuje výmenu modulov, ale aj vylučuje prípadné chyby pri odpájaní a opätovnom zapájaní vodičov. Presnú alokáciu a čitateľnosť stavu kanálov elektronického modulu zabezpečujú integrované LED a popisovacie štítky. Trvalá signalizácia stavu modulu umožňuje presnú lokalizáciu porúch. To znamená, že chyby (napr. prerušenie zbernice, chybná konfigurácia, chybné zapojenie alebo porucha modulu) sa signalizujú a detegujú bez potreby použitia diagnostických prostriedkov.

### Zadná komunikačná zbernica systému

Zbernica s rýchlosťou 48 Mbit/s bola vyvinutá s ohľadom na maximálnu spoľahlivosť a súčasne aj na rýchlosť prenosu dát:

- kontrola všetkých prístupov na moduly,
  - okamžité rozpoznanie výpadku modulu,
- diferenciálna prúdová nízkonapäťová komunikácia (LVDS),
  - odolnosť voči poruchám,
- watchdog v každom module,
  - sledovanie interface modulu a master modulu priemyselnej zbernice,
- kontrolné sumy a diagnostický čítač v každom module na jeho presnú diagnostiku,
  - rýchla lokalizácia chýb v inštalácii,



- flexibilný formát telegramov a mechanizmov prenosu,
  - optimálna adaptácia prenosu údajov na konkrétnu štruktúru systému.

Dodatocne k týmto základným funkciám ponúka zadná zbernica systému SLIO aj ďalšie vlastnosti, ktoré odstraňujú doterajšie obmedzenia aplikácie decentralných I/O systémov. S týmito vlastnosťami sa decentralným systémom otvára oblasť časovo kritických aplikácií, ktorá bola doteraz vyhradená buď výkonným centrálnym riadiacim systémom, alebo špeciálnym zákaznickým riešeniam.

**Meranie a riadenie v  $\mu$ s rozsahu**

Časové požiadavky pri aplikácii decentralných periférií možno zhrnúť do dvoch rozhodujúcich faktorov:

- Reakčný čas – aký je maximálny čas medzi zapnutím vstupného signálu a reakciou systému na výstupe.
- Časová presnosť – determinizmus – s akou časovou presnosťou možno detegovať nejakú udalosť, príp. s akou časovou presnosťou možno aktivovať výstupný signál.

Najjednoduchší spôsob, ako dosiahnuť zlepšenie, je zníženie obnovovacieho intervalu zbernice (ak je to možné), napríklad prechodom od zbernice Profibus (min. interval 600  $\mu$ s) k zbernici Profinet IRT (min. 250  $\mu$ s).

Niektorým aplikáciám však ani táto zmena nestačí a vyžadujú si od riadiaceho systému podstatne vyššiu časovú presnosť. V takých prípadoch sa končí aj možnosť nasadenia cenovo výhodných decentralných systémov. Aspoň dosiaľ to platilo.

A práve tu sa otvára priestor na aplikovanie mikrosekundových časových značiek systému SLIO.

Už v roku 2005 uviedla firma VIPA GmbH na trh digitálny vstupný modul určený do centrálnych riadiacich systémov pre Step7 kompatibilné CPU, ktorý pri 16 kanáloch umožňuje zmerať okamih zmeny stavu vstupného signálu s presnosťou 1  $\mu$ s. Hneď nasledujúci rok bol vyvinutý 8-kanálový analógový vstupný modul, ktorý zaznamenáva priebeh analógového signálu v rastrovi 25  $\mu$ s s časovou mikrosekundovou značkou.

Tieto funkcie sú teraz k dispozícii aj v decentralných systémoch a navyše boli výrazne rozšírené. Od uvedenia systému SLIO na trh sú používateľom k dispozícii aj vstupné a výstupné digitálne moduly s integrovanou pamäťou typu FIFO, ktorá je určená na uchovávanie časových značiek okamihu zmeny signálu. Tieto moduly sú označované ako ETS (Edge Timestamp System). SLIO ETS ponúka túto výrazne

vyššiu časovú presnosť (v  $\mu$ s rozsahu) pri všetkých podporovaných priemyselných zberniciach.

**Rovnaký čas pre všetkých**

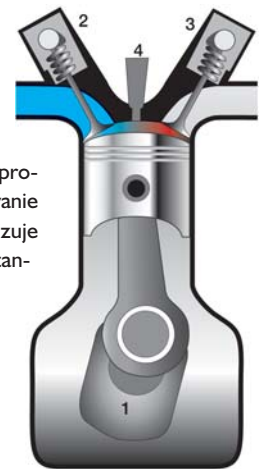
Všetky moduly decentralnej stanice priradené k jednému interface modulu majú rovnakú časovú bázu. Táto časová báza má rozlíšenie 1  $\mu$ s a synchronizuje moduly s presnosťou  $\pm 85$  ns.

Vzájomná synchronizácia viacerých interface modulov závisí od typu priemyselnej zbernice. Už teraz možno pri použití Profibus DP-V2 (izochrónny režim) synchronizovať časovú bázu interface modulov a k nim pripojených modulov s presnosťou  $\pm 5$   $\mu$ s. Podobný synchronizačný mechanizmus bude v budúcnosti k dispozícii aj pri iných typoch priemyselných zbernic.

**Príklad**

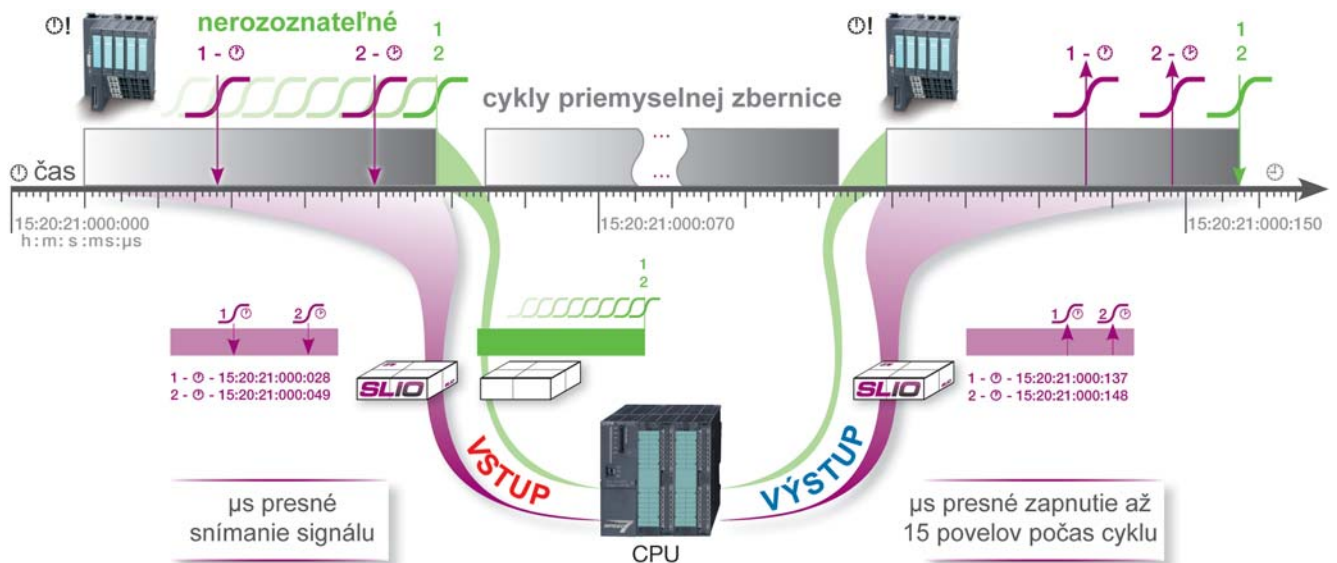
**– vstrekovací systém naftových motorov**

Nasledujúci príklad posluží na objasnenie funkčného princípu a demonštrovanie mnohostrannosti využitia systému. Ide o elektronické riadenie doplnkového vstrekovania nafty na optimalizáciu spalovania bioplynového generátora. Meranie a riadenie s  $\mu$ s presnosťou, ktoré ponúka SLIO ETS, umožňuje riešiť túto úlohu bez použitia mikrokontroléra alebo iného špeciálneho riešenia. Jeho nasadenie rieši proces vstrekovania (viacnásobné vstrekovanie počas cyklu), zvyšuje efektívnosť a optimalizuje stupeň emisií s komfortom a flexibilitou štandardnou v PLC aplikáciách.



Obr.2

Veľmi zjednodušene možno zadanie pre riadiaci algoritmus opísať takto (obr. 2): kľukový hriadeľ (1) sa otáča rýchlosťou 1 500 ot./min. Keďže ide o štvortaktný motor, k procesu zapálenia zmesi dochádza len 750-krát za minútu. Vačkového hriadeľa (2) a (3), ktoré ovládajú ventily, sa preto tiež otáčajú rýchlosťou 750 ot./min. Na jednom vačkovom hriadeľi sa nachádza HALL snímač, ktorý pri každej otáčke vačkového hriadeľa generuje impulz. Tento signál sa privedie na vstup modulu SLIO ETS a slúži ako referenčný bod celého procesu vstrekovania. Vstrekovací dýzu nafty (4) riadi výstupný modul SLIO ETS. Snímač na vačkovom hriadeľi sa polohuje tak, že medzi jeho impulzom a okamihom vstrekovania je niekoľko desiatok milisekúnd.



Obr.3 Bežný decentralný systém (zelená farba): Nie je možné presné časové priradenie zmien vstupov a výstupov. Decentralný systém SLIO ETS (fialová farba): Mikrosekundové časové značky v pamäti vstupných a výstupných SLIO modulov



### Realizácia cez priemyselnú zbernicu s bežným I/O systémom

Pri riešení tejto úlohy s normálnym decentrálным I/O systémom by bolo potrebné merať čas od výskytu vstupného signálu priamo v CPU. Toto riešenie so sebou prináša mnoho nepresností, ktorých dôsledkom je celková závažná chyba. Pre názornosť bližšie opíšeme len najväčší zdroj nepresnosti.

Predpokladajme, že používateľský program v CPU dokáže merať čas s dostatočne vysokou presnosťou (napr. SPEED7 CPU meria s časovým rozlíšením 1 μs). Procesor sleduje stav vstupného signálu, t. j. snímač vačkového hriadeľa, a zapamätá si čas jeho výskytu. Keď ubehne čas potrebný na zapnutie výstupného signálu, vyšle CPU cez zbernicu k výstupnému modulu príkaz na zapnutie.

Zelená časť obr. 3 jednoznačne ukazuje, že z pohľadu CPU nemožno od seba odlišiť viacero zmien ani snímať signál presnejšie, ako je časový raster daný zbernicou. Tým vzniká nepresnosť s hodnotou minimálne jedného cyklu priemyselnej zbernice.

Pri použití zbernice Profibus predstavuje tento čas v najlepšom prípade 600 μs, čo predstavuje nepresnosť až 5,4 stupňa pri určení polohy vačky podľa impulzu snímača (pri 1 500 ot./min, čas 40 ms na otáčku, uhlová rýchlosť 9 stupňov/ms, t. j. 600 μs zodpovedá 5,4 stupňa). Zapnutie výstupu prináša do celého cyklu ešte ďalšie nepresnosti.

Použitie zbernice Profinet IRT z časom cyklu 250 μs túto chybu redukuje na 2,25 stupňa.

Keďže tieto nepresnosti sú pre danú aplikáciu neprípustné, je nasadenie priemyselných zbernic v úlohách podobného typu prakticky vylúčené. V tomto prípade sa riadenie väčšinou zabezpečuje modulom elektronickej vačky. Takéto riešenie je cenovo náročné a málo flexibilné pri nastavovaní alebo optimalizácii.

### Realizácia cez priemyselnú zbernicu s použitím SLIO ETS

Pri zmene stavu signálu si vstupný modul zapamätá presný čas výskytu udalosti. Oneskorené zapnutie výstupného signálu tiež realizuje samotný výstupný modul podľa vopred zadanej časovej značky zaslanej z CPU. Ak je decentrálny systém schopný pracovať v tomto režime, úplne sa eliminujú zdroje časových nepresností, ktoré spôsobuje cyklus zbernice a cyklus procesora.

Fialová časť obr. 3 zreteľne znázorňuje výrazné zlepšenie časovej presnosti takéhoto systému v porovnaní s decentrálным systémom bez časových značiek.

V okamihu, keď vstupný modul SLIO ETS rozpozná hranu signálu snímača vačky, uloží do FIFO pamäte aktuálny stav vstupu a časovú značku. Tieto údaje sa potom zbernicou prenášajú do CPU, kde sa môžu spracovať bez ohľadu na obnovovací cyklus zbernice alebo čas cyklu CPU.

Keďže časy všetkých I/O modulov jednej decentrálnej periférie SLIO bežia s presnosťou ±85 ns, dokáže CPU vypočítať oneskorenie zapnutia výstupov (okamih vstretu) a realizovať ich cez priemyselnú zbernicu s presnosťou na 1 μs. Len čo dôjde k iniciovaniu snímača vačky, výstupné signály sa budú ovládať tak, že výsledná chyba nepresiahne 0,009 stupňa.

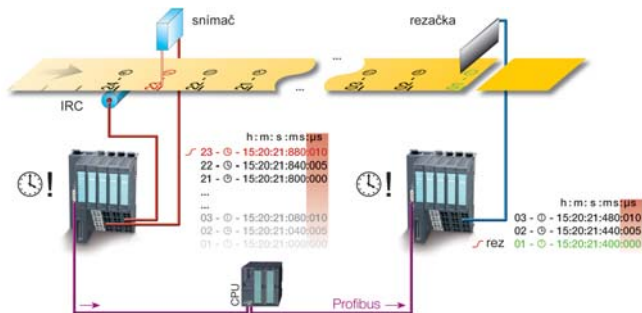
V rámci jedného cyklu zbernice sa môže realizovať až 15 povelov na zapnutie, takže jeden výstup sa počas jedného cyklu môže zapnúť aj viackrát. Rovnako vstupný modul SLIO ETS má k dispozícii FIFO pamäť pre 15 zápisov.

Použitie SLIO ETS môže napr. výrazne redukovať chybu v decentrálном systéme Profibus. Viaceré decentrálne stanice možno pri použití protokolu DP-V2 (izochrónny režim) synchronizovať s presnosťou ±5 μs. Týmto spôsobom možno aj rozsiahle decentrálne konfigurácie merať a riadiť s mikrosekundovou presnosťou.

### Príklad: Rezanie papiera

Ako veľmi zjednodušený príklad využitia rovnakej časovej bázy medzi rôznymi decentrálными stanicami posluží rezačka papiera.

Detektor na rozpoznávanie značky rezania a inkrementálny snímač sú inštalované na tej istej decentrálnej stanici. Čítačový modul, do ktorého je zapojený inkrementálny snímač, vytvára priebežnú mikrosekundovú hodnotu potrebnú na výpočet rýchlosti pohybu pásu papiera. Vstupný modul SLIO ETS generuje pri výskyte značky presnú mikrosekundovú značku. Druhá decentrálna periféria, ktorá pracuje s rovnakou časovou bázou ako prvá (±5 μs), môže digitálnym výstupným modulom SLIO ETS veľmi presne ovládať rezačku.



Obr.4 Rovnaký čas pre dve decentrálne stanice na zbernici Profibus

Pri rýchlosti 5 m/s dosahujú rôzne systémy riadenia približne túto presnosť (zjednodušený výpočet):

- bežný modul Profibus DP 600 μs: 3 mm
- bežný modul Profinet IRT 250 μs: 1,25 mm
- modul SLIO ETS ±5 μs: 0,05 mm

### Ďalšie funkcie

Funkcia časovej značky je dispozíciou aj čítačovým a SSI modulom systému SLIO, čo umožňuje napríklad jednoduchšie meranie rýchlosti. Aj rýchle analógové vstupné a výstupné moduly budú vybavené touto funkcionalitou. Príkladom využitia je už spomenutý dieselový generátor, ktorý má byť synchronizovaný s elektrickou sieťou. V tomto prípade je potrebná rýchla a presná regulácia, ktorú analógové SLIO ETS moduly umožňujú.

Je samozrejmé, že SLIO ETS moduly možno volne kombinovať so štandardnými modulmi SLIO.

### Zhrnutie

SLIO od firmy VIPA GmbH ponúka:

- I/O systém s používateľsky orientovanou mechanickou koncepciou a značením,
- prehľadnú indikáciu stavu a diagnostiky,
- rýchly a priestorovo úsporný spôsob zapájania,
- spoľahlivú a rýchlu zadnú komunikačnú zbernicu,
- funkciu časových značiek, ktorá umožňuje mikrosekundovo presné riadenie a tým nasadenie v aplikáciách, ktoré boli doteraz vyhradené pre špeciálne riešenia; do týchto aplikácií prináša SLIO jednoduché programovanie, flexibilitu a servisné funkcie štandardné pre PLC systémy.

Autor: Steffen Schleier, Profichip GmbH



ControlSystem s. r. o.

zastúpenie VIPA GmbH pre SR  
 Štúrova 4, 977 01 Brezno  
 Tel.: 048/611 59 00  
 Fax: 048/611 18 91  
 e-mail: info@controlsystem.sk  
 http://www.controlsystem.sk