



Modulární počítač náprav 4.0

FW01010281

Funkční vzorek

Počítač náprav 4.0

FW01010281-V6

Autoři:

Pavel Stachiv

Ivo Stachiv

Václav Kocián

Chih-Yun Kuo

Zdeněk Hadaš

Ondřej Rubeš

Filip Kšica

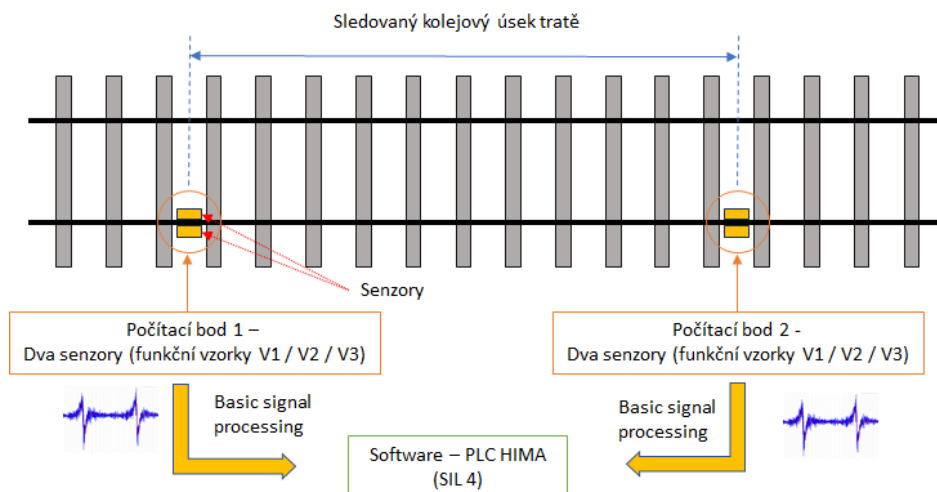
V Ostravě dne 27.12.2023

Úvod

Na základě řešení projektu TAČR v rámci výzvy TREND 1 číslo FW01010281 s názvem Modulární počítač náprav 4.0 byl vyvinut funkční vzorek číslo FW01010281-V6 „Počítač náprav 4.0“. Tento výstup projektu implementuje vyvinuté moduly a software do jednoho počítačícího bodu, který na základě počítání projíždějících kol umožňuje určit obsazenost traťového úseku. Pokud je kolejový úsek volný (obsazený) tak je (není) umožněn vjezd dalšího vozidla do sledovaného kolejového úseku; tj., systém zabraňuje možným nehodám. Jinými slovy je tento počítač náprav klíčový bezpečnostní prvek v rámci železniční dopravy.

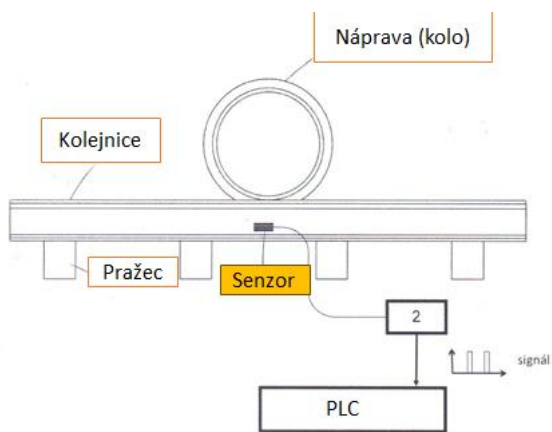
1. Návrh funkčního vzorku

Návrh funkčního vzorku byl založen na dlouholetých zkušenostech pracovníků z firmy Drážní revize, s.r.o. v oblasti zabezpečovací techniky na železnici a VUT v Brně v oblasti monitorování železnic pomocí chytrých snímacích prvků. Jen díky spolupráci obou řešitelských týmů bylo možné tento výstup, funkční vzorek - počítač náprav 4.0, dosáhnout.



Obr. 1: Blokové schéma počítače náprav 4.0. Tento výstup integruje do jednoho výsledku výstupy z projektu vyvinutých senzorů (FW01010281-V1 / FW01010281-V2 / FW01010281-V3), kabelový / bezdrátový (FW01010281-V4) přenos zpracovaného signálu do nadřazených PLCs od firmy Siemens - SIMATIC S7 s třídou bezpečnosti SIL3 a firmy HIMA (HIMatrix) s třídou bezpečnosti SIL4, kde je vytvořený vlastní algoritmus (software) umožňující určit obsazenost / volnost sledovaného kolejového úseku.

Blokové schéma navrženého počítače náprav je na Obr. 1. Pro určení obsazení nebo volnosti každého sledovaného úseku tratě jsou potřeba dva počítačící body. Každý z počítačících bodů obsahuje dva z již vyvinutých senzorických modulů (výstupy v rojektu pod číslem FW01010281-V1 / FW01010281-V2 / FW01010281-V3), které umožňují detekovat kolo projíždějící vlaku nebo soupravy. Signál z těchto senzorů je následně filtrován, analyzován a zesílen v řídicí jednotce tak, aby ho bylo možné informaci pomocí kabelu, popř. v budoucnu i bezdrátově (výstup FW01010281-V4) přenést do využívaných PLC od firem Siemens a HIMA; tj. pro napájení 24 V je pro vstup "0", který odpovídá průjezdu kola, vyžadováno napětí do 5 V a pro signál "1" reprezentující prázdnou kolejnici musí být napětí >15 V (viz Obr. 2a). Vlastní zapojení využívaných PLC SIMANTIC S7 je na Obr. 2b a PLC HIMatrix F3 na Obr. 2c.



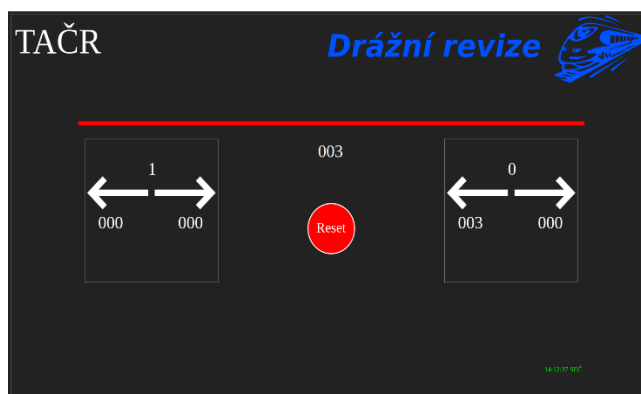
a)



b)



c)



d)

Obr. 2: a) Schéma zapojení senzoru s řídicí jednotkou a přenos dat do PLC; Zapojení systému PLC b) SIMATIC S7 – SIL3 od firmy Siemens a c) HIMatrix F3- SIL4 od firmy HIMA; d) screenshot z ovladačí webové aplikace.

Prvně je v PLC na základě pořadí ovlivnění jednotlivých senzorů (tj., přeneseného signálu z řídicí jednotky do PLC) a pomocí vyvinutého software určen směr projektů nápravy (kola vlaku). Následně námi vytvořený program přičítá nápravy, které směřují mezi sensorické bloky a odečítá nápravy směřující ven ze sledovaného úseku tratě (viz., Obr. 2d a přiložené demonstrační video z výstupu vyvinutého počítače náprav 4.0).

2. Výsledný funkční vzorek

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, tak byl vytvořen unikátní software v PLC SIEMENS / HIMA umožňující jednoznačně určit volnost a nebo obsazenost daného kolejového úseku (tj., počítač náprav). Z důvodu vyšší třídy bezpečnosti jsou primárně využívána PLC od firmy HIMA.

Pro účely prezentace, a plánované budoucí obchodní aktivity tohoto výstupu, je navíc vytvořen webový server, který umožňuje ne jenom zobrazit průběh výpočtu, ale také emulovat ovlivnění vstupů pomocí webového prohlížeče. Webový server je naprogramovaný v jazyce C++ jako ComUserTask pro v projektu uvažovaná PLC od firmy HIMA. Detailější popis software je součástí přílohy tohoto výstupu (funkčního vzorku). Níže je pro ukázkou uvedená část vytvořeného software umožňující určit volnost nebo obsazenost daného kolejového úseku.

Funkční blok Sensor – Detekce ovlivnění senzoru = detekce nástupné hrany

```
(*The block reads an input value.
If the rising edge is detected it sets it's output as true for one EC*)

O:=false;
(*Read the input*)
Input( I := I, O => nVal );

IF (nVal <> oVal) THEN
  IF NOT nVal THEN
    (*The rising edge detected*)
    O:=true;
  END_IF;
  oVal:=nVal;
END_IF;
```

Funkční blok SensorBlock – detekce směru projetí nápravy

```
(* the block utilises two sensors. It can detect wheel pass through and set
output O1 or O2 according to the pass direction *)

(*Reset*)
IF FCUT[O_RESET]>0 THEN
  inReset:=true;
  A1:=FALSE;
  A2:=FALSE;
  ERROR:=0;
ELSIF inReset THEN
  inReset:=false;
END_IF;

O1:=FALSE;
O2:=FALSE;
IF NOT inReset THEN
  Sensor1(I := Input1, O =>I1 ) ;
  Sensor2(I := Input2 , O =>I2 ) ;
  IF (I1<>I2) THEN
    IF (I1) THEN
      IF (A1) THEN
        (*A wheel went back over A1*)
        A1:=FALSE;
      ELSIF A2 THEN
        (*A wheel went through in A2-A1 direction)
        O2:=TRUE;
        A2:=FALSE;
      ELSE
        (*A wheel went in over A1*)
        A1:=TRUE;
      END_IF;
    ELSE
      IF (A2) THEN
        (*A wheel went back over A2*)
        A2:=FALSE;
      ELSIF A1 THEN
        (*A wheel went through in A1-A2 direction)
        O1:=TRUE;
        A1:=FALSE;
      ELSE
        (*A wheel went in over A2*)
        A2:=TRUE;
      END_IF;
    END_IF;
  ELSIF I1 THEN
    ERROR:=1;
  END_IF;
END_IF;

A:=A1 OR A2;
```

Funkční blok AXC – vyhodnocení volnosti/obsazenosti na základě informací ze sensorových bloků:

```
IF FCUT[O_RESET]>0 THEN
  inReset:=true;
  CounterIN1:=0;
  CounterIN2:=0;
  CounterOUT1:=0;
  CounterOUT2:=0;
  error:=0;
  FREE:=TRUE;
ELSIF inReset THEN
  inReset:=false;
END_IF;
IF NOT inReset THEN
  IF error=0 THEN

    IF IN1 THEN
      CounterIN1:=CounterIN1+1;
    END_IF;

    IF IN2 THEN
      CounterIN2:=CounterIN2+1;
    END_IF;

    IF OUT1 THEN
      CounterOUT1:=CounterOUT1+1;
    END_IF;

    IF OUT2 THEN
      CounterOUT2:=CounterOUT2+1;
    END_IF;

    Count:= (CounterIN1+CounterIN2)-(CounterOUT1+CounterOUT2);

    IF Count=0 THEN
      CounterIN1:=0;
      CounterIN2:=0;
      CounterOUT1:=0;
      CounterOUT2:=0;
      FREE:=TRUE;
    ELSIF Count < 0 THEN
      error:=1;
    ELSE
      FREE:=False;
    END_IF;

  ELSE
    ERROR:=error;
    CounterIN1:=0;
    CounterIN2:=0;
    CounterOUT1:=0;
    CounterOUT2:=0;
    FREE:=FALSE;
  END_IF;
END_IF;

o1:=CUToffset;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=CounterIN1,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
o1:=o1+2;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=CounterOUT1,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
o1:=o1+2;
IF A1 THEN
  TCUT[o1]:=1;
ELSE
  TCUT[o1]:=0;
END_IF;
```

```
o1:=o1+1;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=CounterIN2,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
o1:=o1+2;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=CounterOUT2,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
o1:=o1+2;
IF A2 THEN
  TCUT[o1]:=1;
ELSE
  TCUT[o1]:=0;
END_IF;
o1:=o1+1;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=Count,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
o1:=o1+2;
o2:=o1+1;
TCUT[o1]:=UNPACK2(IN:=error,OUT_0=>TCUT[o1],OUT_1=>TCUT[o2]);
```

3. Závěr

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že funkčního vzorku „Počítač náprav 4.0“ bylo úspěšně dosaženo. Tento výsledek kombinuje předešlé výstupy projektu (FW01010281-V1 / FW01010281-V2 / FW01010281-V3, FW01010281-V4) a nadřazených PLC HIMatrix (popř. SIMANTIC S7) do jednoho komplexního počítače náprav. V rámci funkčního vzorku celkého komplexního systému počítače náprav je vytvořen software, umožňující detekovat volnost / obsazenost kolejového úseku tratě. Tento výsledek bude v budoucnu nabízen budoucím zákazníkům a také partnerům hlavního řešitele projektu, firmě Drážní revize s.r.o.