

Technická Univerzita v Košiciach  
Katedra priemyselnej automatizácie a mechatroniky

## **Prepojenie PLC SIMATIC S7 s ABB robotom**

Tomáš MERVA

Ivan VIRGALA

Michal KELEMEN

Martin VARGA

Peter Ján SINČÁK

2022

## PodĎakovanie

Táto príručka bola vytvorená v rámci projektu „Edukačné pracovisko pre spoluprácu robot-človek“ pod záštitou grantového programu „VZDELANIE pre inštitúcie 2021“ od Nadácie Tatra Banky a s podporou projektu KEGA 030TUKE-4/2020 Transfer poznatkov z oblasti priemyselnej automatizácie a robotiky do výučby v odbore Mechatronika. Aj touto cestou sa chceme poďakovať za poskytnuté finančné prostriedky.



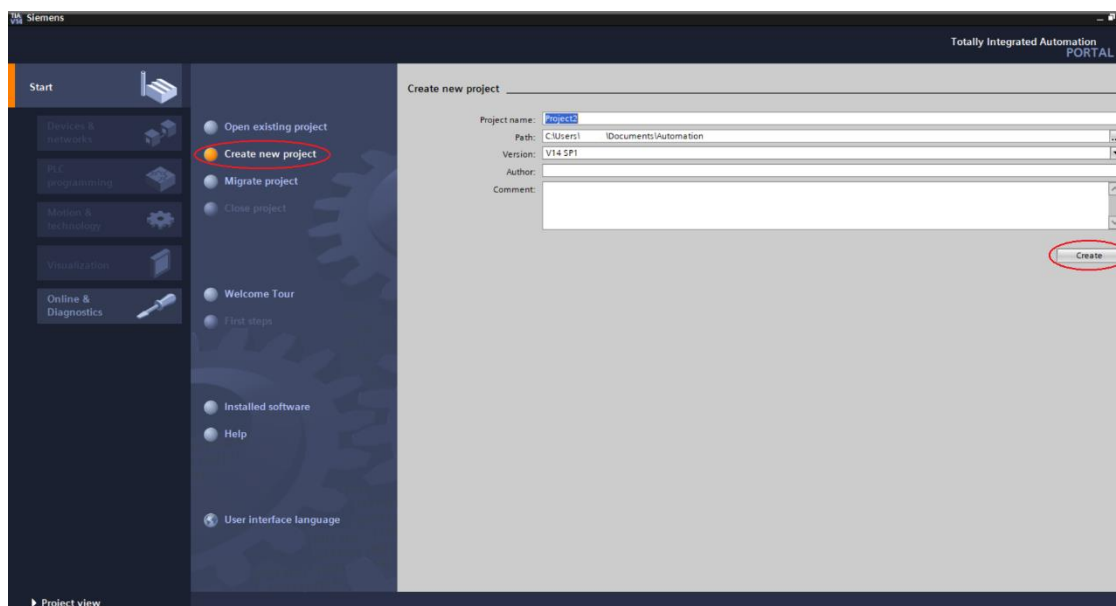
## Obsah

1. Vytvorenie nového projektu .....	4
2. Hardvérová konfigurácia na strane PLC .....	5
2.1. Pridanie PLC .....	6
2.2. Pridanie HMI .....	8
2.3. Pridanie ABB robota.....	11
3. Konfigurácia robota .....	14
3.1. Nastavenie komunikačnej karty PROFINET Internal Anybus .....	14
3.2. Overenie komunikácie medzi kartou a PLC.....	16
4. Tvorba programu .....	18
4.1. Program na strane robota.....	18
4.2. Program na strane PLC.....	18

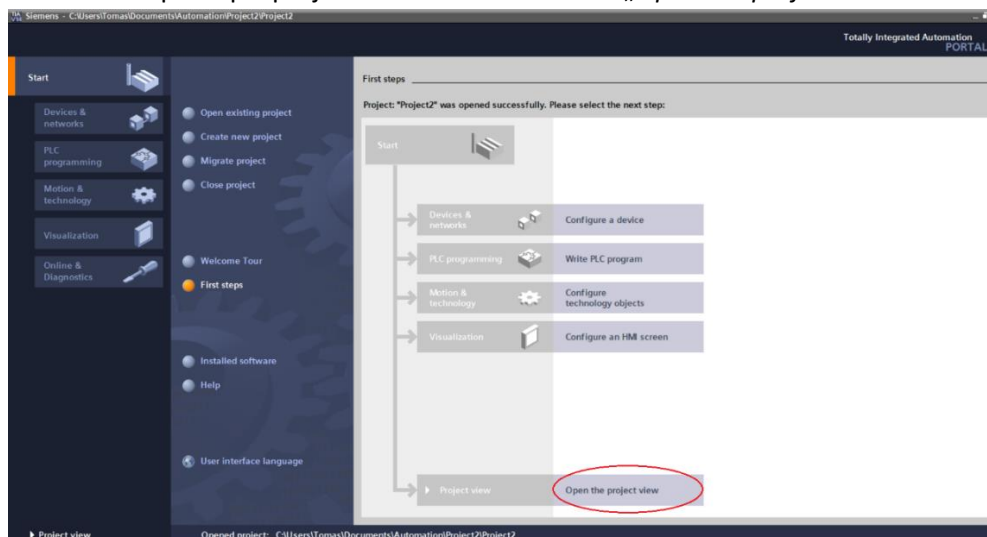
V tomto manuáli sa budeme venovať tomu, ako prijímať a odosielať dáta do priemyselného robota ABB IRB120 s robotickým kontrolérom IRC5 prostredníctvom PLC, ktoré bude obsluhované HMI zariadením. V rámci tohto manuálu si rozoberieme konfiguráciu jednotlivých zariadení na strane PLC, konfiguráciu robotického kontroléra, ako aj vytváranie užívateľského rozhrania. Hoci v tomto tutoriály používame robota od firmy ABB, tieto princípy sú rovnaké aj u iných výrobcov robotov. V tejto práci je použitý program TIA Portal od spoločnosti Siemens a RobotStudio od firmy ABB.

## 1. Vytvorenie nového projektu

1. Ako prvé je potrebné vytvoriť nový projekt. Po otvorení programu TIA Portal klikneme na možnosť „Create new project“. Zvolíme si názov projektu „Project name“ a cestu „Path“, kde si uložíme daný projekt.

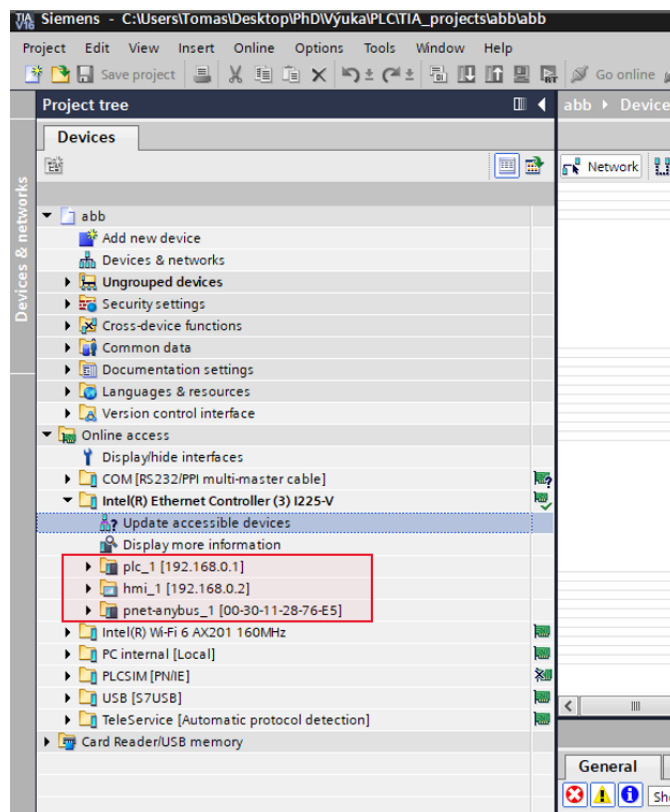


2. Následným kliknutím na tlačidlo „Create“ sa vytvorí náš projekt a zobrazí sa nasledujúca obrazovka. Pre prístup k projektu klikneme na tlačidlo „Open the project view“.



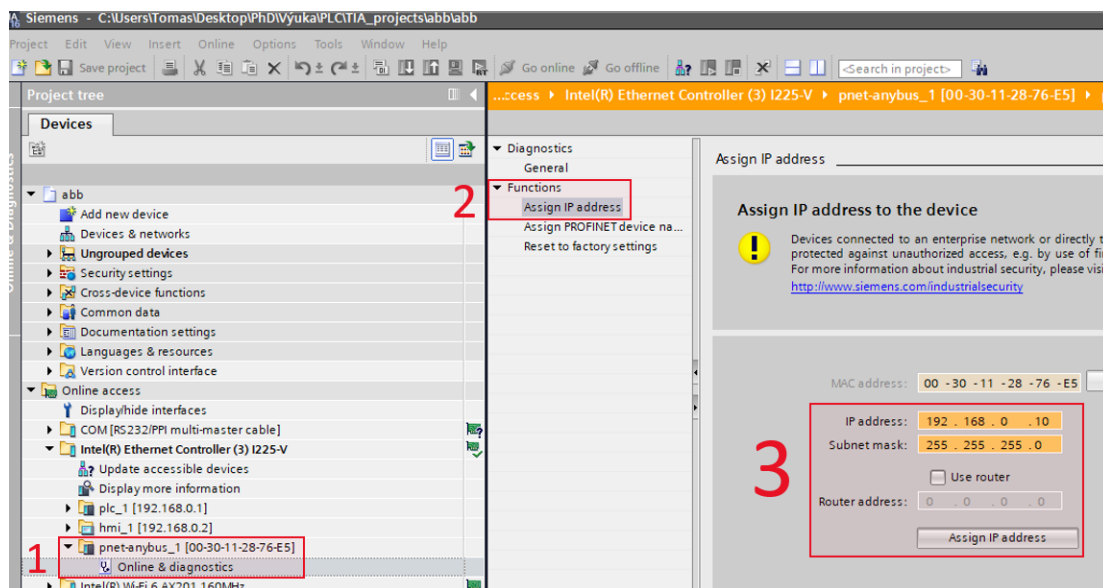
## 2. Hardvérová konfigurácia na strane PLC

1. Po úspešnom vytvorení nového projektu je potrebné zabezpečiť softvérové prepojenie jednotlivých zariadení (v našom prípade to sú PLC, HMI a robotický kontrolér) do spoločnej siete. V okne „Project tree“ rozklikneme priečink „Online access“, nájdeme názov našej sieťovej karty („Intel® Ethernet Controller (3) I225-V“) a po rozkliknutí priečinku sieťovej karty zvolíme dvoj kliknutím „Update accessible devices“. Táto funkcia nám preskenuje sieť a nájde všetky zariadenia, ktoré sú fyzicky pripojené k nášmu počítaču.



V našom prípade je k nášmu počítaču pripojené PLC s názvom (PROFINET device name) „plc\_1“, používateľské rozhranie „hmi\_1“ a PROFINET-ová karta robotického kontroléra „pnet-anybus\_1“. V prípade, že funkcia „Update accessible devices“ nenájde nejaké zariadenie, tak dané zariadenie nie je pripojené fyzicky k sieti. Ak sa zariadenie ide použiť prvý krát, tak sa síce zobrazí, ale namiesto IP adresy bude MAC adresa zariadenia a názov bude „Accessible device“, prípadne ako to je možné vidieť na obrázku, zariadenie nemá nastavenú IP adresu ale názov má.

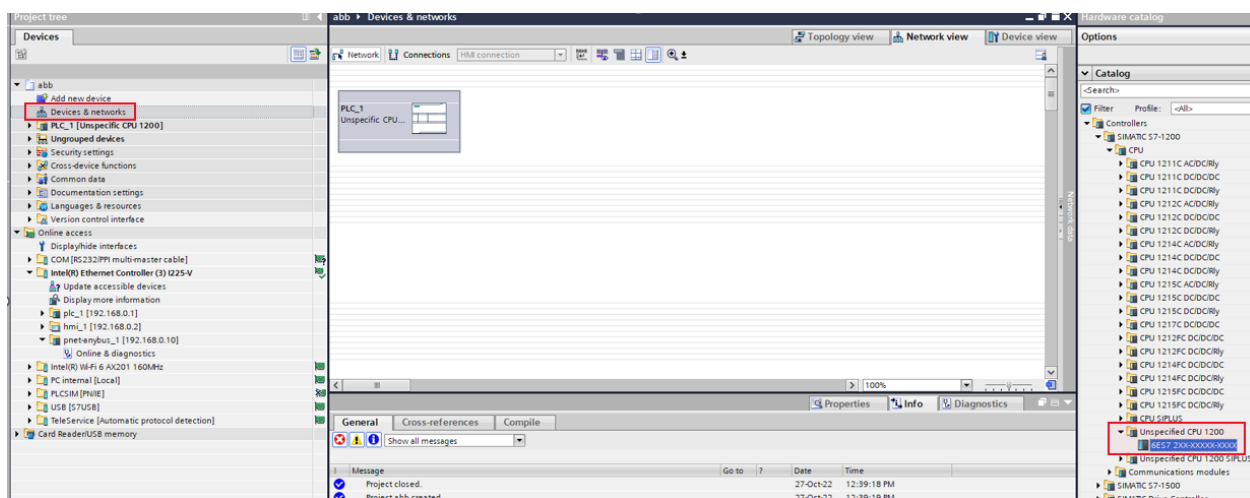
2. Jednotlivým nájdeným zariadeniam je kvôli komunikácii potrebné priradiť správne IP adresy a názvy („PROFINET device name“). Spoločná sieť je definovaná prvými troma číslami IP adresy, ktoré musia byť pre všetky zariadenia jednej siete rovnaké. Ak má niektoré zo zariadení IP adresu nastavenú na inú sieť (IP adresa siete sa líši), je nutné ju prepísať. Štvrté číslo IP adresy musí byť pre každé zariadenie jedinečné. V našom prípade sa PROFINET-ová karta robotického kontroléra nemá nastavenú IP adresu a teda je ju potrebné nastaviť. V priečinku „Online access“ rozklikneme „Intel® Ethernet Controller (3) I225-V“ a zvolíme danú kartu „pnet-anybus\_“. IP adresu karty zmeníme voľbou „Online & diagnostics“ -> „Functions“ -> „Assign IP address“.



Voľbu novej IP adresy potvrdíme tlačidlom „Assign IP address“. V prípade, že je potrebné zmeniť aj meno zariadenie, vyberieme možnosť „Functions“ -> „Assign PROFINET device name“.

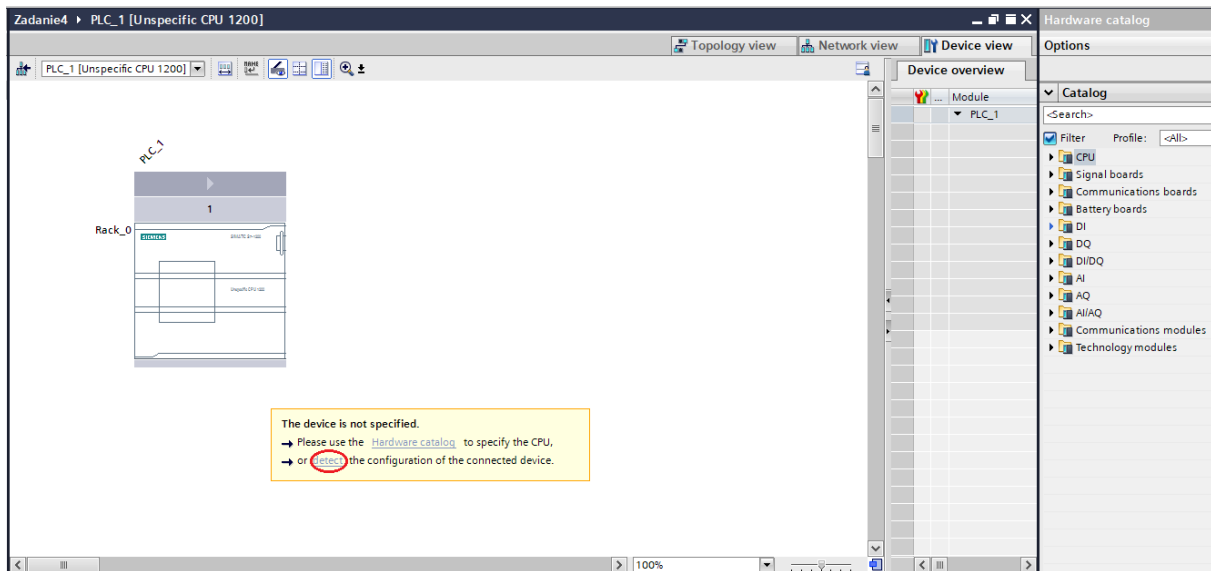
## 2.1. Pridanie PLC

1. Ďalším krokom je samotné softvérové prepojenie jednotlivých zariadení. Vykonáva sa to v okne „Devices and networks“, ktoré nájdeme v okne „Project tree“. V okne „Hardware catalog“, na pravej strane obrazovky, vyhľadáme konkrétne zariadenia, ktoré chceme pripojiť do siete. Ako prvé sme do siete pridali PLC controller umiestnený pod položkou „Controllers“. Po rozkliknutí typu PLC zariadenia možno zvoliť presný typ jeho procesora alebo je možné zvoliť nešpecifikovaný procesor „Unspecified CPU 1200“, ako to bolo aj v našom prípade. Vybrané PLC vložíme do „Devices and networks“ dvoj kliknutím, alebo presunutím prvku potiahnutím a následným vložením do okna.

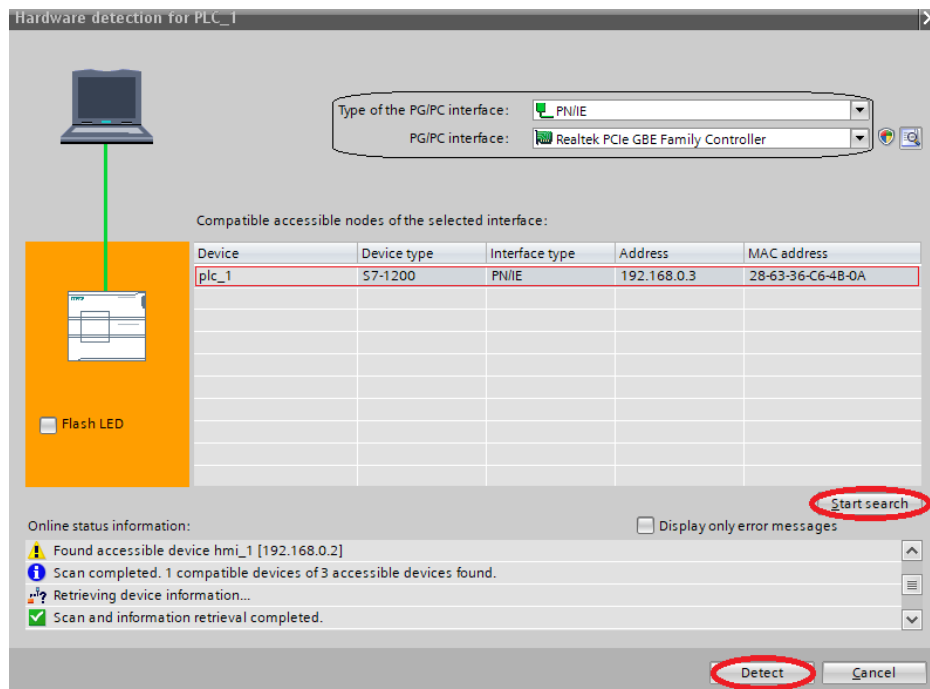


Dvojklikom na blok zvoleného PLC („PLC\_1“) sa otvorí okno „Device view“, v ktorom môžeme nastavovať vlastnosti PLC. Najprv však musíme zvoliť typ procesora pre dané PLC, nakoľko sme si

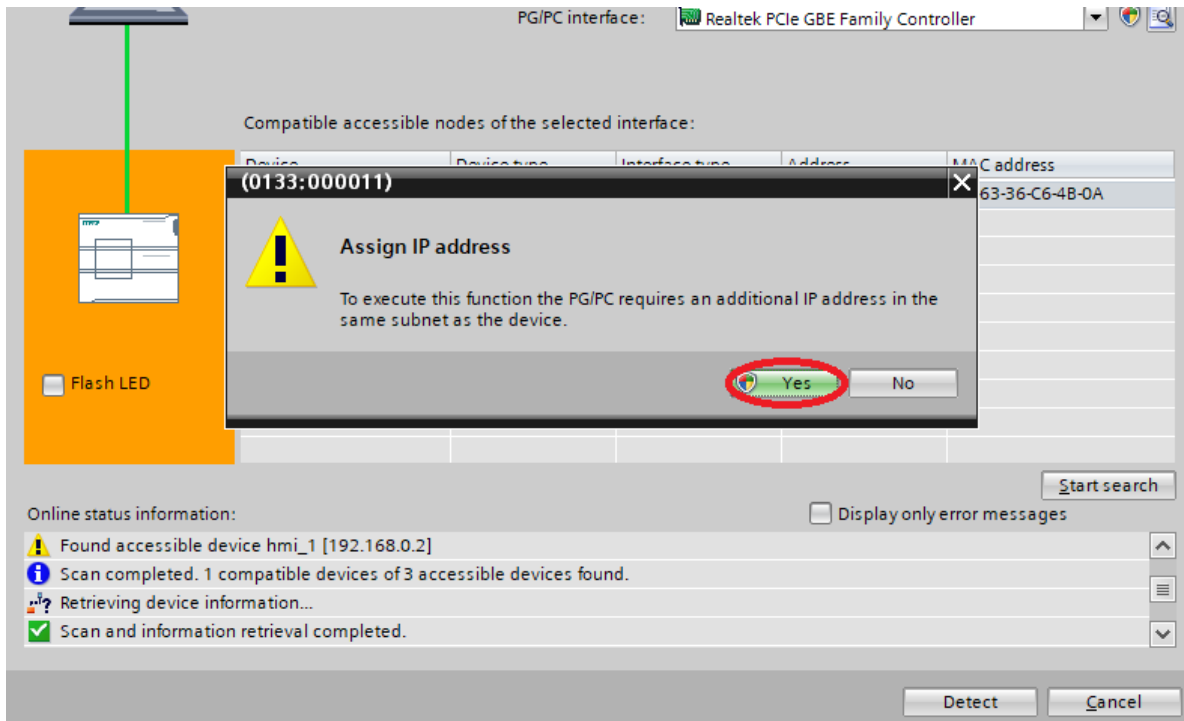
zvolili „Unspecified CPU 1200“ v predchádzajúcom kroku. Bud’ použijeme opäť „Hardware catalog“, alebo automatickú detekciu zariadenia prostredníctvom voľby „detect“.



Po zvolení „detect“ sa otvorí okno „Hardware detection“. Ako prvé je nutné skontrolovať nastavenie komunikačného rozhrania. Pod pojmom „Type of the PG/PC interface“ sa myslí typ pripojenia počítača k zariadeniu. Vyberieme si možnosť „PN/IE“ (PROFINET/Industrial Ethernet). Ako „PG/PC interface“ sa musí vybrať sieťová karta počítača, v našom prípade „Intel® Ethernet Controller (3) I225-V“. Po správnom nastavení komunikačného rozhrania dáme vyhľadať PLC zariadenia v našej sieti pomocou tlačidla „Start search“. Po skončení vyhľadávania a nazbierania informácií o PLC, si nájdené PLC vyberieme pomocou tlačidla „Detect“.

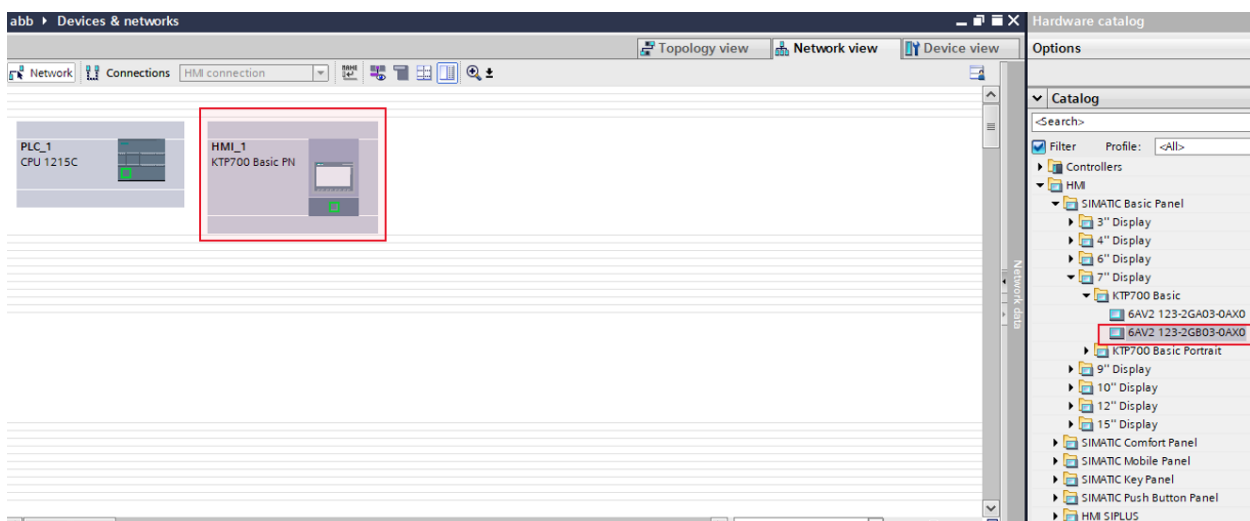


Pokiaľ nemáme pevne zvolenú IP adresu počítača, TIA Portal nám zvolí IP adresu tak, aby sme boli v rovnakej sieti so všetkými zariadeniami. Zvolenú IP adresu je potrebné potvrdiť tlačidlom „Yes“ ako je to znázornené na nasledujúcom obrázku:



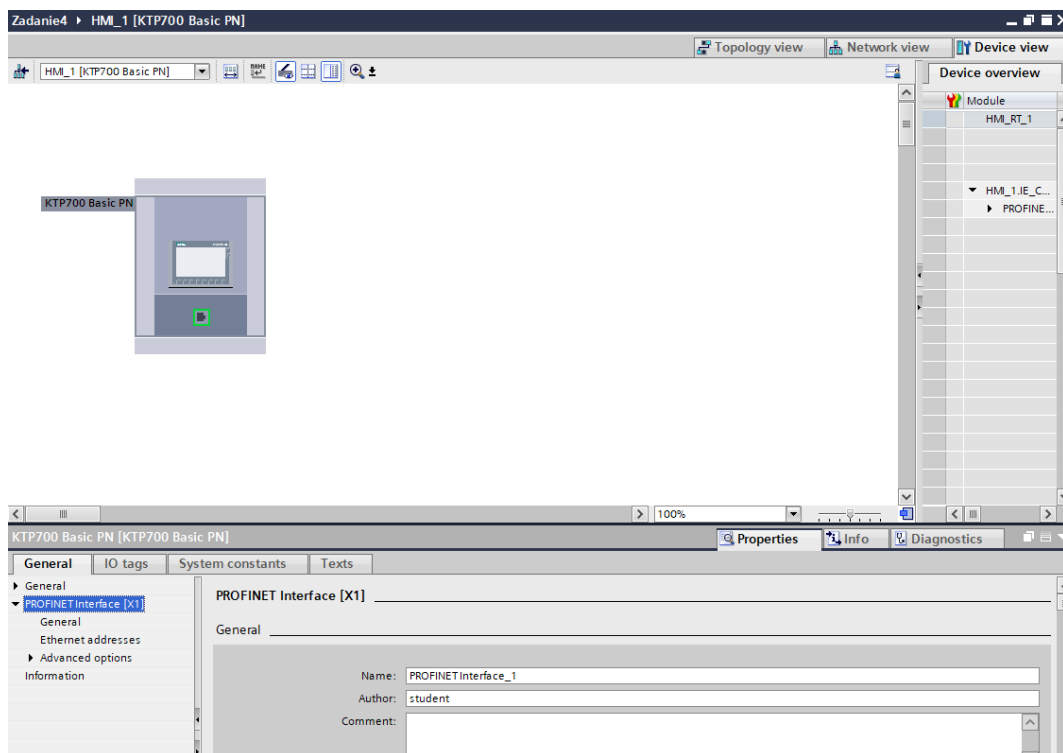
## 2.2. Pridanie HMI

1. Podobne ako v prípade PLC zariadenia vložíme do okna „Devices and networks“ aj HMI panel „hmi\_1“. Najprv je potrebné zvoliť typ HMI panelu. Urobíme tak v okne „Hardware catalog“, kde pod kategóriou „HMI“ zvolíme typ odpovedajúci nášmu HMI panelu. („SIMATIC Basic Panel“ → „7“ Display“ → „KTP700 Basic“ → „6AV2 123-2GB03-0AX0“).

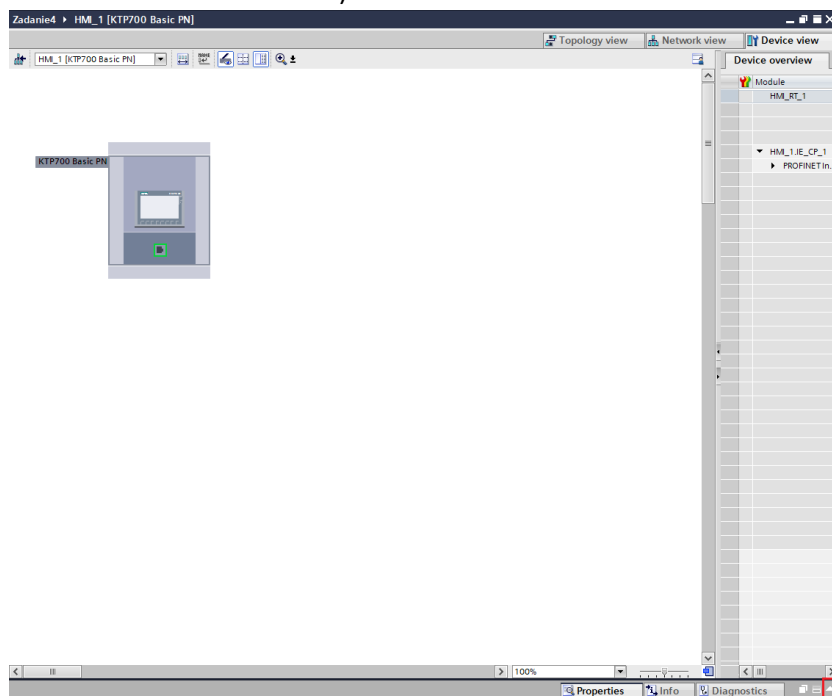


Dvojkliknutím na blok zvoleného HMI panelu („HMI\_1“) sa otvorí okno „Properties“, v ktorom môžeme nastavovať komunikačné vlastnosti.



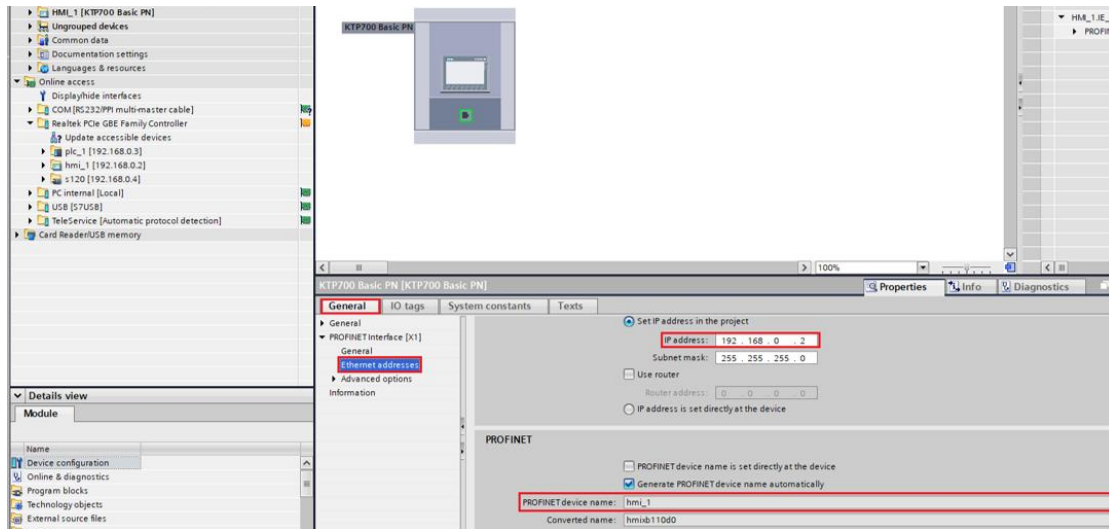


Je možné, že po otvorení karty „Device view“ nebude rozbalené okno „Properties“. V tom prípade ho stačí rozbaľiť na lište šípkou v pravom dolnom rohu. Ak by sa okno „Properties“ zobrazilo prázdne, je potrebné kliknúť znova na zariadenie (v zmysle, že TIA Portal potrebuje vedieť, vlastnosti ktorého zariadenia má zobraziť).

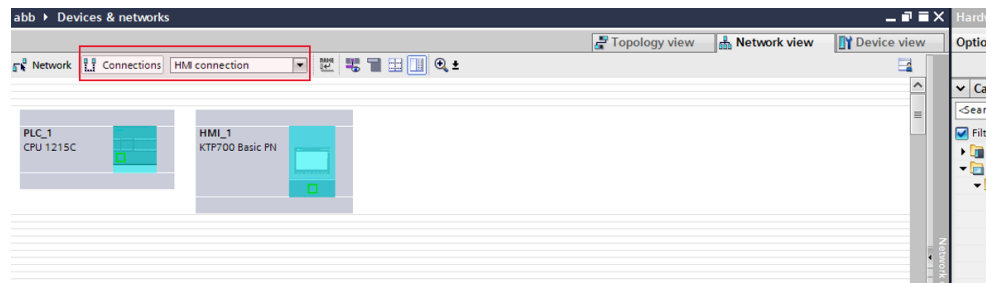


Tu máme možnosť zmeniť napr. IP adresu prvku alebo jeho názov, atď. K jednotlivým vlastnostiam sa dostaneme na karte „General“ už v spomínanom okne „Properties“. IP adresu a meno

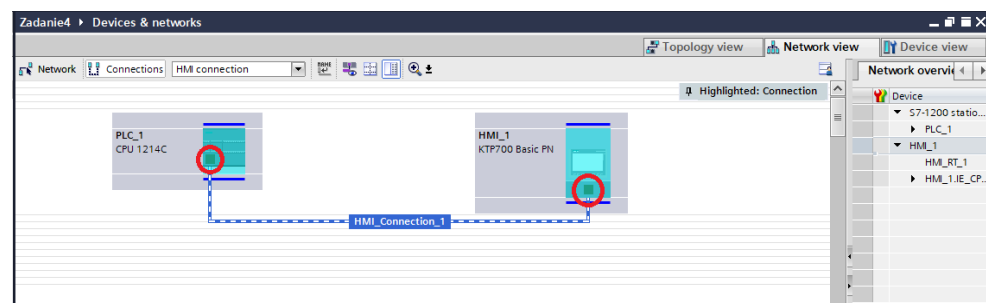
zariadenia je potrebné nastaviť rovnaké aké má aj v skutočnosti nastavené (vid. Hardvérová konfigurácia bod 2.).



Posledným krokom k vzájomnému prepojeniu PLC a HMI panelu je vytvorenie samotného prepojenia v okne „Devices & networks“ na karte „Network view“. Pre správne prepojenie adres (len v prípade spojenia medzi HMI panelu a PLC) si v záložke „Connections“ zvolíme tiež typ prepojenia „HMI connection“.

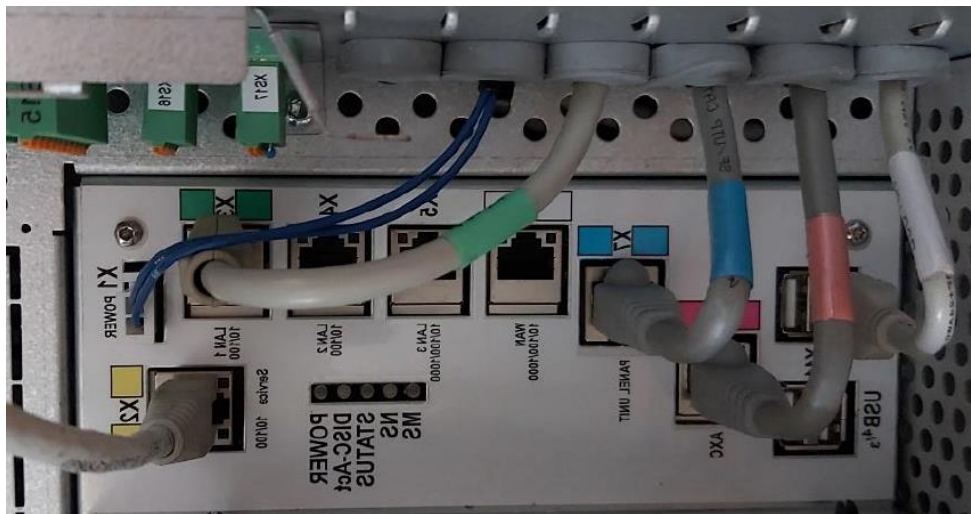


Prepojenie vykonáme kliknutím na zelený štvorček jedného zo zariadení a následným potiahnutím a kliknutím na zelený štvorček druhého zariadenia. Týmto krokom prepojíme obe zariadenia na rovnakú sieť a zároveň im vytvoríme aj spojenie, aby sme si vedeli zdieľať tagy a premenné medzi obidvoma zariadeniami.



### 2.3. Pridanie ABB robota

Existujú dva spôsoby prepojenia priemyselného robota s PLC SIMATIC S7 pomocou PROFINET zbernice. Pre prvý spôsob je nutné mať nainštalovaný PROFINET driver v robotickom kontroléri a následne používať vstavaný ethernetový port. Pokiaľ tento driver nie je nainštalovaný v robotickom kontroléri, nie je možné používať ethernetové porty pre komunikáciu s PLC SIMATIC S7.



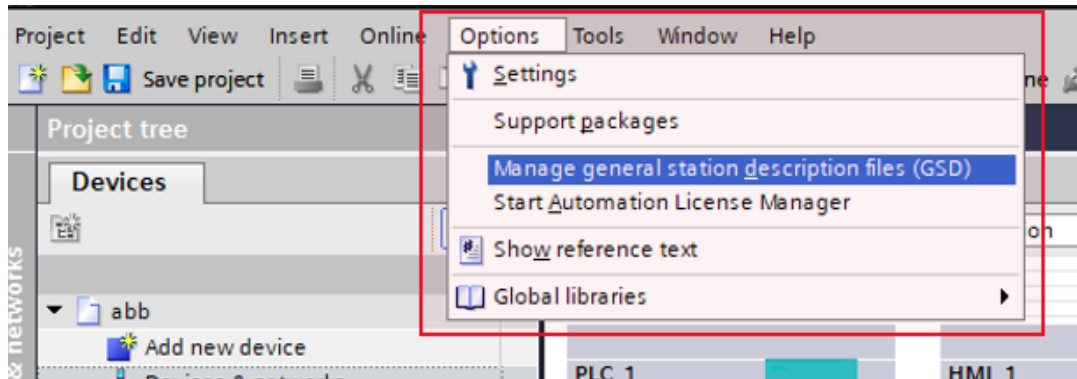
V tomto tutoriály použijeme druhý spôsob a to pomocou nainštalovanej PROFINETovej karty, ktorá sa dá dokúpiť ku robotickému kontroléru. V prípade ABB robotického kontroléra, máme zakúpenú komunikačnú kartu „PROFINET Anybus Device”.



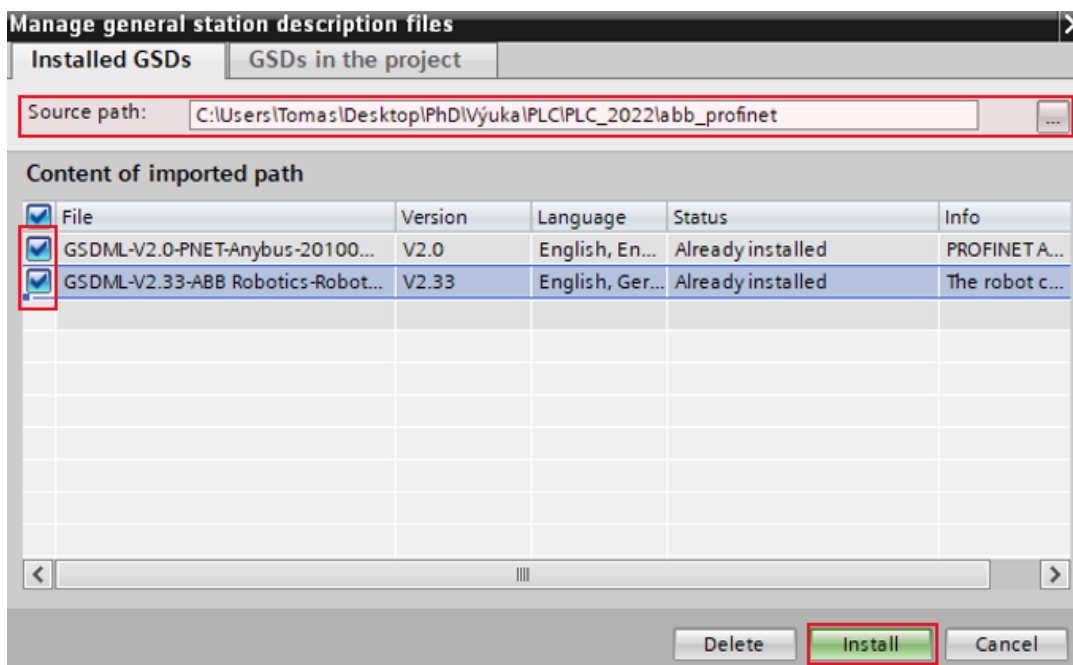
1. Pre pridanie nejakého PROFINET zariadenia do hardvérového katalógu od iných výrobcov, je nutné nájsť na stránke výrobcu takzvaný GSD súbor (General Station Description). Po stiahnutí tohto súboru, je nutné daný súbor nainštalovať v rámci TIA portal-u a po úspešnej inštalácii sa dané zariadenie zobrazí v hardvérovom katalógu. V prípade ABB PROFINETovej karty „PROFINET Anybus Device” nie je možné nájsť daný GSD súbor na ich stránkach, avšak po nainštalovaní programu RobotStudio (skúšané len s verziou Robotware 6.06.1025 !!!) viete nájsť GSD súbor v súbore „C:\Users\MenoPoužívateľa\AppData\Local\ABB Industrial IT\Robotics

IT\RobotWare\RobotWare\_6.06. 1025\utility\service\GSDML“. Obsah celého priečinku si prekopírujte na ľubovoľné miesto, ku ktorému sa viete dostať (napr. Pracovná plocha).

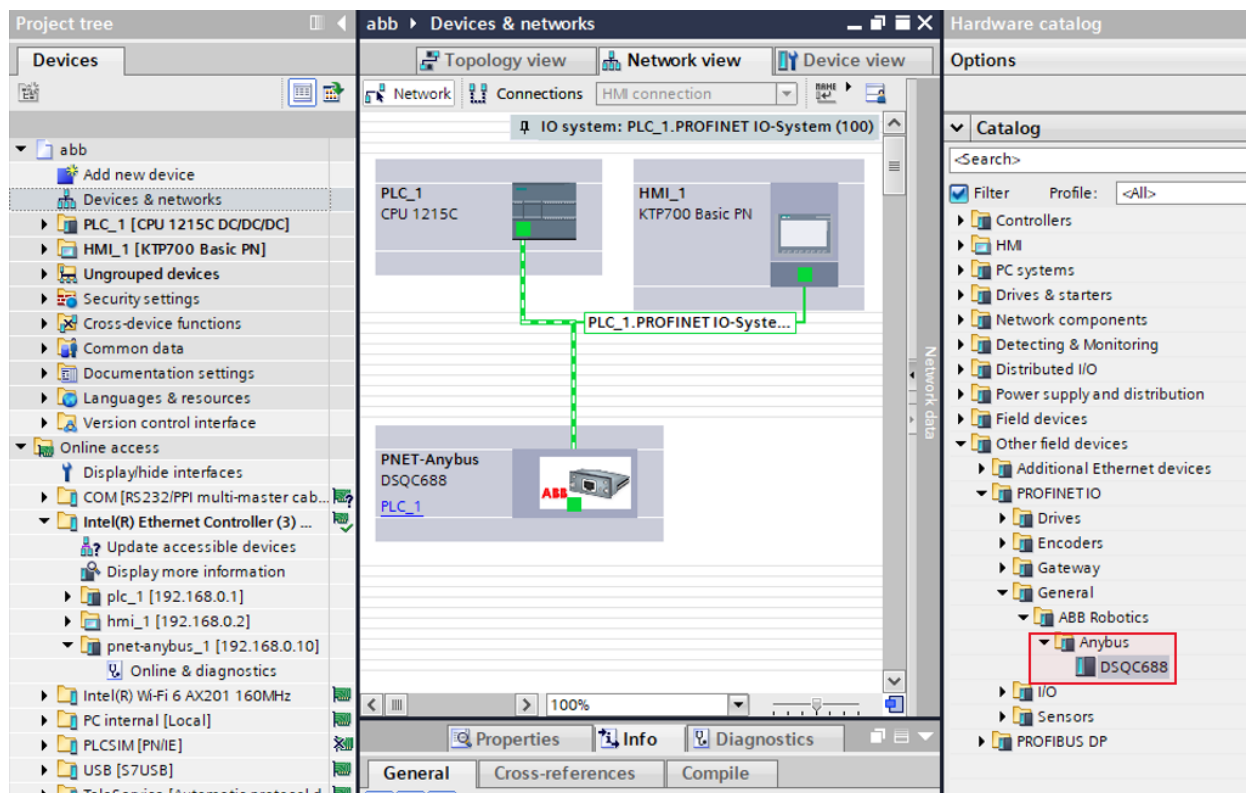
Stiahnutý GSD súbor vieme nainštalovať v TIA portal-y pomocou nástroja, ktorý nájdeme v „Options“ -> „Manage general station description files (GSD)“.



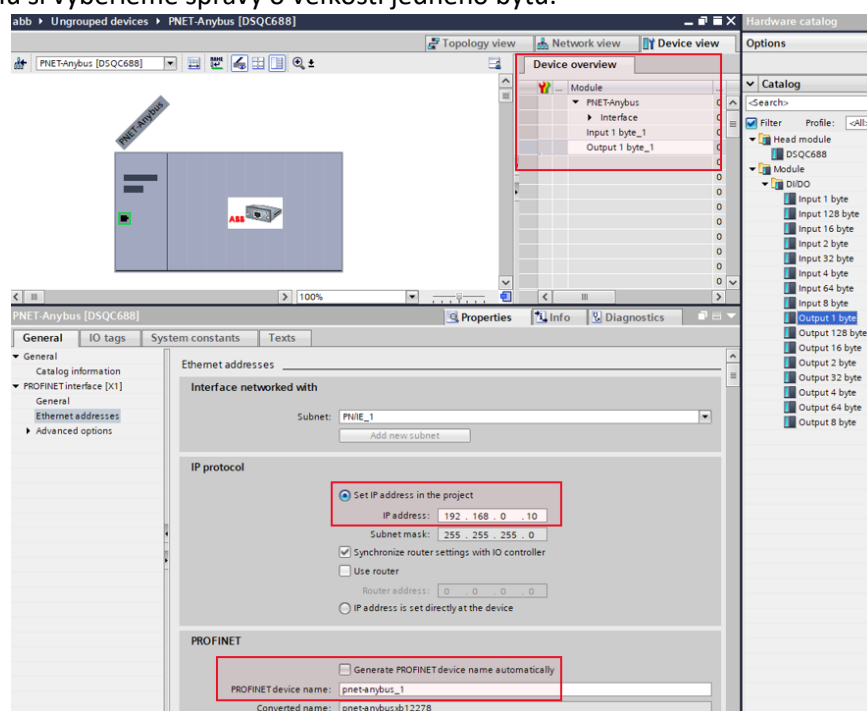
Po zobrazení nového okna, je potrebné si nájsť daný priečinok s prekopírovanými súbormi a následne vybrať si, ktoré zariadenie chceme pridať do katalógu a kliknúť na „Install“.



- Po nainštalovaní potrebného GSD súboru, si v hardvérovom katalógu nájdeme ABB PROFINETovú kartu pod „Other field devices“ -> „PROFINET IO“ -> „General“ -> „ABB Robotics“ -> „Anybus“ -> „DSQC688“ a pridáme k hardvérovej zostave, kde dané zariadenie pripojíme na sieť PLC.



3. Dvoj kliknutím na PROFINETovú kartu sa dostaneme do karty „Device view“, kde je potrebné nastaviť IP adresu a názov zariadenia tak, aby sa to zhodovalo s tým, čo má reálne nastavené. Taktiež je potrebné v karte „Device view“ vybrať z katalógu veľkosť správ, ktoré PLC bude posilať do robotického kontroléra (Output), a veľkosť správ, ktoré bude prijímať (Input). Pre našu vzorovú aplikáciu si vyberieme správy o veľkosti jedného bytu.

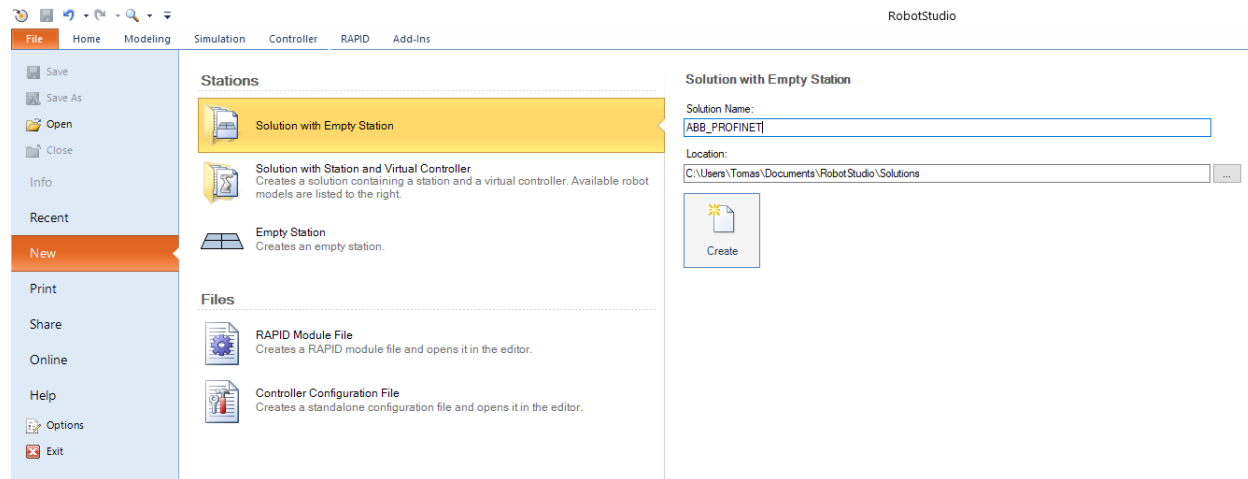


## 3. Konfigurácia robota

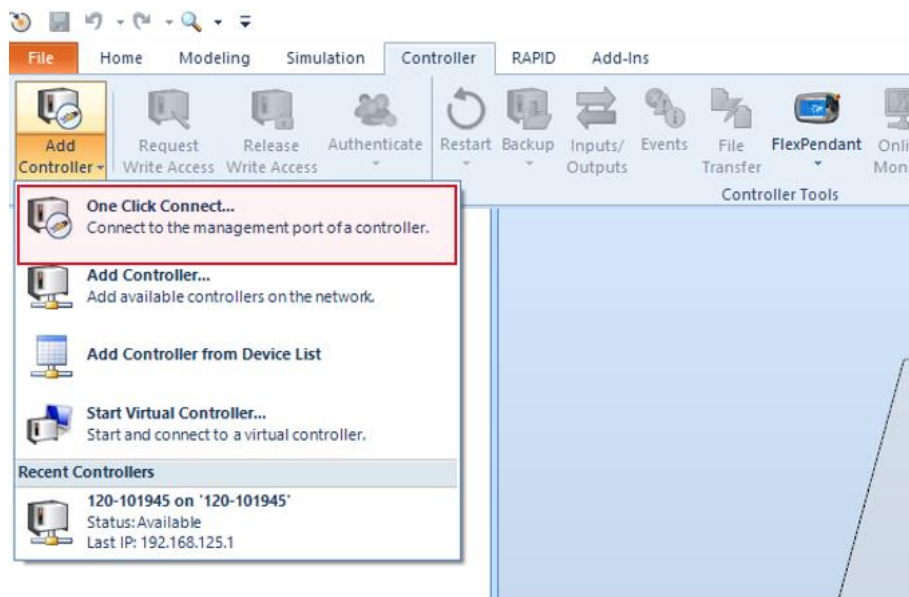
### 3.1. Nastavenie komunikačnej karty PROFINET Internal Anybus

Nastavenie parametrov komunikačnej karty, urobíme v programe RobotStudio. V tomto návode, si na ukážku vytvoríme dva skúšobné booleovské signály, jeden vstup a jeden výstup. Jeden signál nám bude slúžiť na spustenie sekvencie pohybu robota („*input\_ExecuteSeq*“) a druhý bude signalizovať, že sekvencia sa ukončila („*output\_SeqFinished*“).

1. Ako prvé si vytvoríme nový projekt pomocou „*Solution with Empty Station*“.



2. Následne sa pripojíme ku kontroléru pomocou karty „*Controller*“ – „*Add Controller*“ – „*One Click Connect...*“.



- Po úspešnom pripojení na robotický kontrolér pokračujte ako základný užívateľ „Log in as Default User“.

Login: 120-101945

User Name

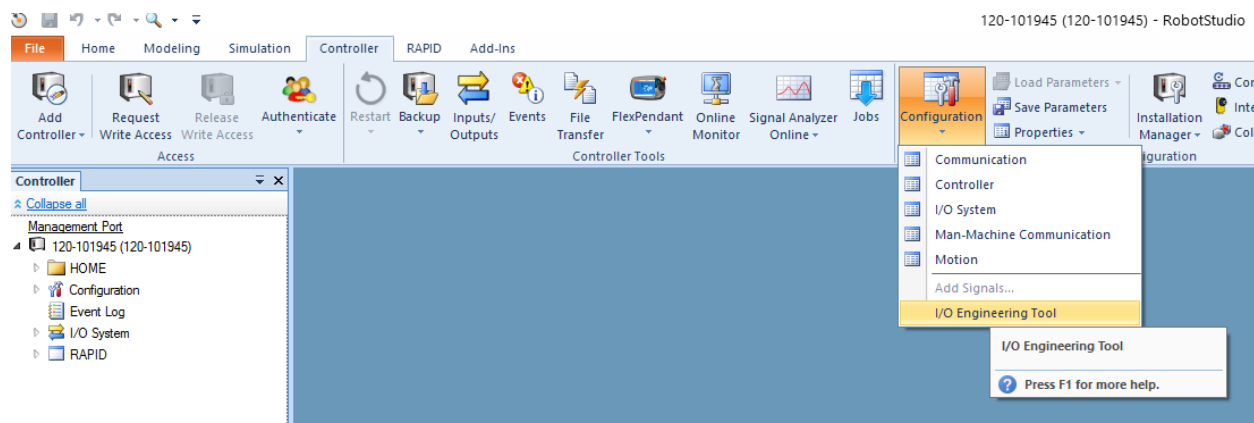
Password

**Log in as Default User**

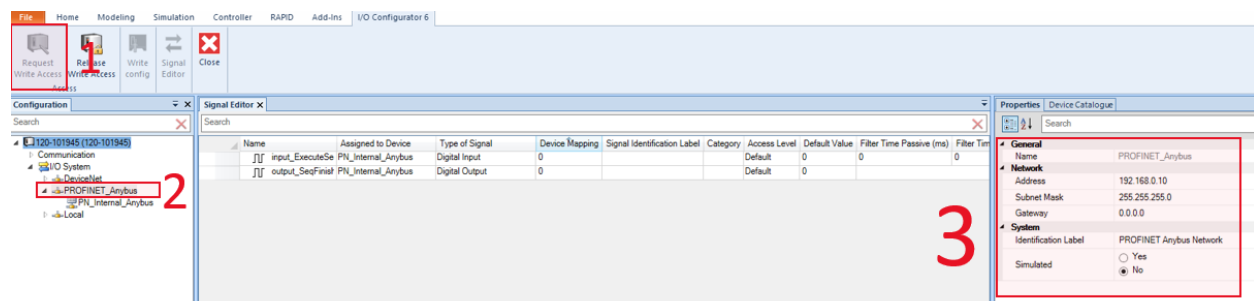
☐ Login as local client

Login Cancel

- Po úspešnom prihlásení do robotického kontroléra si vytvoríme spomínané dva booleovské premenné a nastavíme parametre komunikačnej karty pomocou „Configuration“ – „I/O Engineering Tool“.

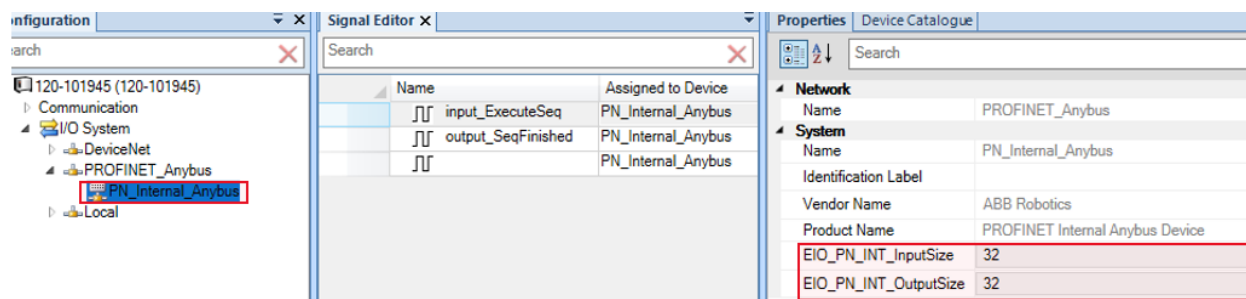


- Aby bolo možné vytvoriť nové signály a nastaviť kartu, je potrebné požiadať o prístupové práva pre zápis „Request Write Access“. Práva musíme schváliť ešte na pendante robota. Ako prvé nastavíme IP adresu, ktorá sa musí zhodovať s tou, ktorú sme nastavili na strane PLC (192.168.0.10).

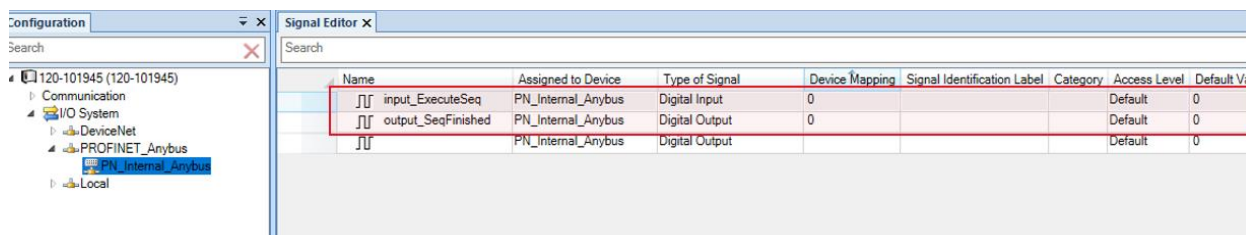




- Následne musíme nastaviť rovnaký počet bytov, ako aj na strane PLC, ktoré si bude robotický kontrolér vymieňať s PLC. V našom prípade to bolo 32 bytov.



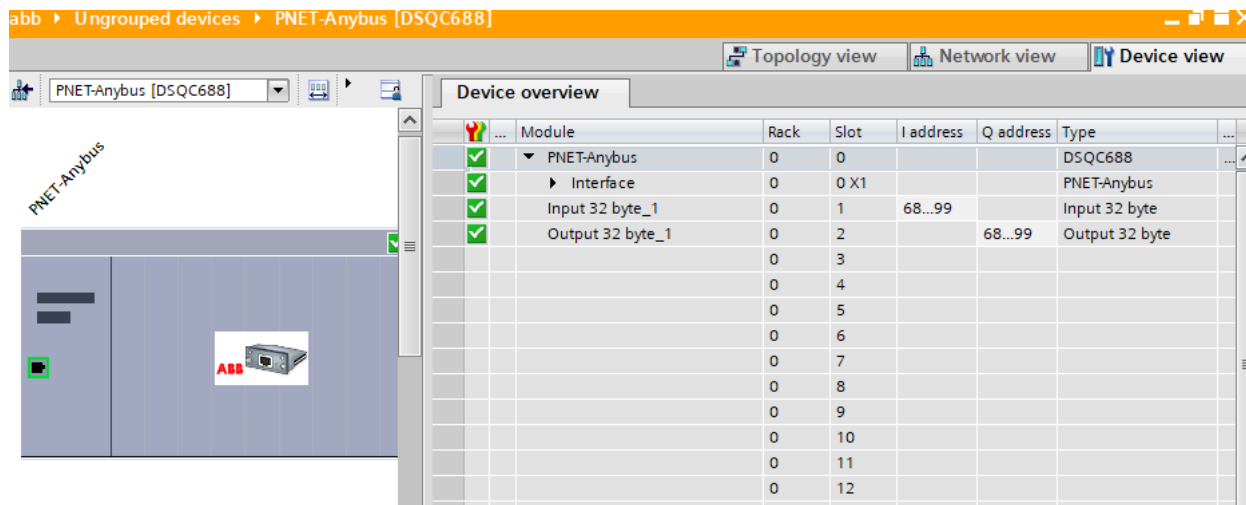
- Ako posledný krok si vytvoríme spomínané signály. Je dôležité aby boli priradené ku komunikačnej karte. Typ signálu závisí od toho, že ci ho chceme prijímať alebo odosielať. „Device Mapping“ určuje adresu daného bitu v rámci 32 bytov. V našom prípade sa jedná o nultý bit nultého bytu.



### 3.2. Overenie komunikácie medzi kartou a PLC

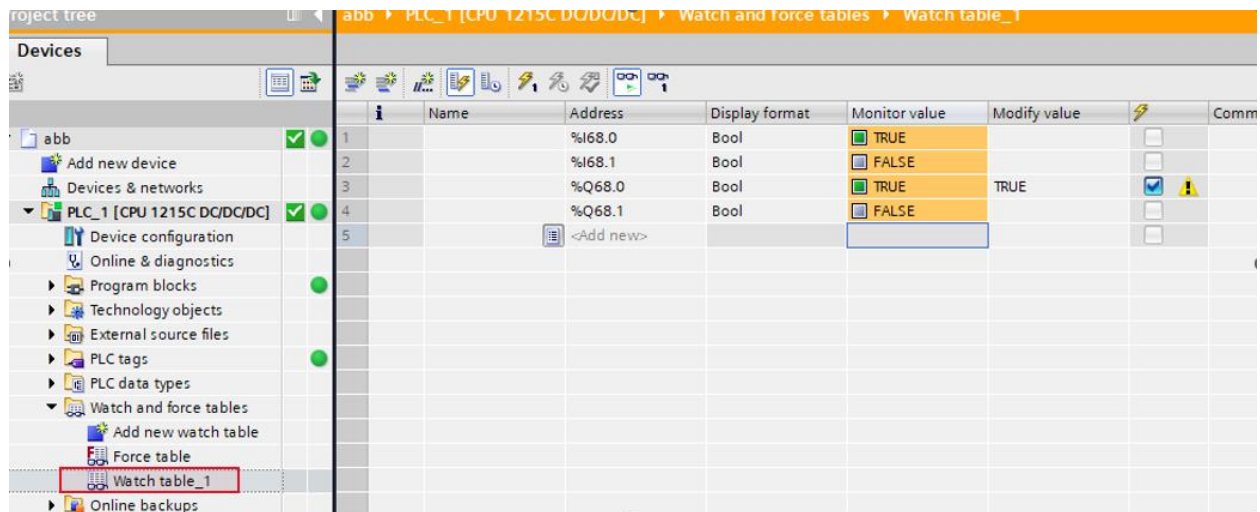
Najľahší spôsob pre overenie funkčnosti komunikácie medzi PLC je ABB robotom je natvrdo zopnúť oba signály a pozrieť si ich aktuálnu hodnotu pomocou „Watch table“.

- Na PLC strane je potrebné zistiť adresy posielených a prijímaných bytov. Presné adresy sa dajú pozrieť v „Device view“ PROFINETovej karty v tabuľke „Device overview“.

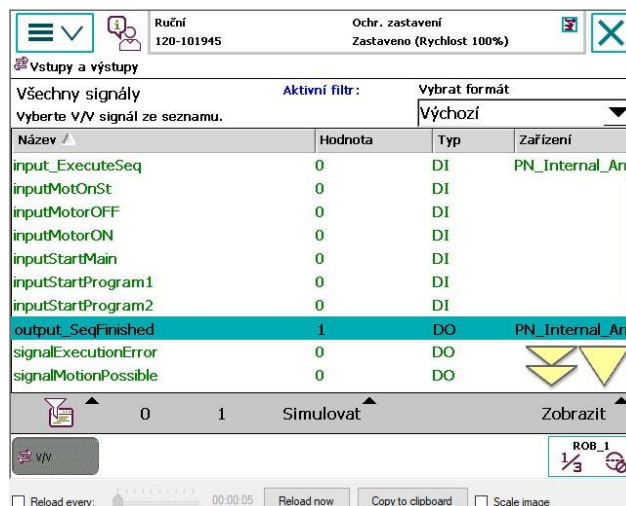




- Následně si vytvoříme „Watch table“ v „Project tree“ – „Watch and force tables“ – „Add new watch table“ a do nové tabulky si přidáme dané adresy signálů.



- Na straně robota je možné sledovat a měnit aktuální hodnotu signálů v karte „Vstupy a výstupy“.



## 4. Tvorba programu

### 4.1. Program na strane robota

Program na strane robota čaká na signál „input\_ExecuteSeq“. Ak daný signál sa rovná „True“ hodnote, tak vykoná dva jednoduché pohyby a čaká 1 sekundu. Po jeden sekunde, zopne signál „output\_SeqFinished“, čaká 1 sekundu a resetne daný signál. Tento cyklus sa nonstop opakuje.

```
1  MODULE MainModule
2  PROC main()
3  IF input_ExecuteSeq = 1 THEN
4      MoveJ [[354.66,-105.68,497.52],[0.358084,0.0509084,0.927991,-0.0895407],[-1,-1,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]], v1000, z50, tool0;
5      MoveJ [[322.36,259.05,384.81],[0.226834,-0.40453,0.884332,0.0534568],[0,-1,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]], v1000, z50, tool0;
6      WaitTime 1;
7      Set output_SeqFinished;
8      WaitTime 1;
9      Reset output_ExecuteSeq;
10 ENDIF
11 ENDPROC
12 ENDMODULE
```

### 4.2. Program na strane PLC

Keď užívateľ zatlačí tlačidlo „button“, tak sa zopne signál „ExecuteSequence“. Po dokončení sekvencie, rameno zopne signál „SequenceFinished“ a PLC resetne tlačidlo „button“.



V prípade použitia HMI stačí, aby sme si vytvorili HMI tagy, ktoré naviažeme s tagmi na strane PLC.