

# Bratislavský Volkswagen rajom priemyselných počítačov

Bratislavský závod nemeckého koncernu Volkswagen netreba bližšie predstavovať. Patrí k najlepším v celom koncerne. O kvalite jeho výroby svedčí aj fakt, že je jediným závodom, kde sa vyrába najnovší model Audi Q7. My sme pri našej návšteve zamerali pozornosť na využívanie priemyselných počítačov pri montáži, hoci, ako sme videli na vlastné oči, o riadiacich technológiách v bratislavskom závode by sa dali napísať celé dve čísla nášho časopisu.

## Stručný opis montáže automobilov

Pred montážnou halou je umiestnený sklad s čakajúcimi nalakovanými karosériami pripravenými na transport do montážnej haly. Tento medzičlánok medzi lakovňou a montážnou halou slúži na to, aby bolo možné zostaviť optimálnu montážnu sekvenciu. Tá sa vytvára na základe početnej plejády kritérií – objednávky zákazníkov, dostupnosť dielcov, zložitosť výbavy atď. Zároveň tento medzisklad umožňuje optimálne využívanie lakovne – lakovanie rôznych veľkostí a farieb karosérií v skupinách bez potreby neustále prestavovať výrobné zariadenia.

Nalakované karosérie sú transportované zo skladu do montáže valčekovým dopravníkom. Prvé priemyselné PC (IPC) sa nachádza už na prvom kontrolnom bode bezprostredne za skladdom karosérií. Kontrolný bod sa skladá z IPC, automatického skenera čiarových kódov a webovej kamery. Kontrolný bod generuje hlásenie fyzického prechodu karosérie po vyskladnení do montáže. Zariadenie komunikuje s hlavným výrobným riadiacim a informačným systémom (FIS), ktorý okrem iného riadi aj montážnu sekvenciu. Súčasne sú vygenerované objednávky hlavných skupín automobilu – objednávka podvozku, palubnej dosky, prednej masky atď. Montážna linka ako taká nemá vlastné skladové hospodárstvo a dodávka väčšiny komponentov sa v závode vykonáva systémom Just-in-time (JIT). Priemerný čas medzi objednávkou a montážou dielu je približne dve hodiny.

Tesne pred príchodom na montážnu linku je umiestnený ďalší kontrolný bod (identického zloženia), z ktorého je riadená tlač výrobnéj a sprievodnej dokumentácie automobilu na prvom montážnom takte.

Montáž automobilu sa vykonáva na pracovných taktach. Pod montážnym taktom sa myslí ukončený pracovný cyklus (napríklad namontovanie palubnej dosky, dverí, prednej masky atď.) na jednom stanovisku. Na výrobných taktach, kde sa bezprostredne ovplyvňuje výsledná kvalita produktu, je spravidla nasadený riadiaci systém, ktorý navádza obsluhu, a tak v maximálnej možnej miere predchádza chybám a nedostatkom v kvalite. Hotový zmontovaný automobil prechádza na konci montážnej linky opäť cez kontrolný bod, kde sa overí jeho kompletnosť a kvalita.

Z montážnej linky odchádza automobil „po vlastnej osi“ na záverečné nastavovacie a testovacie operácie. Nastaví sa geometria podvozku, svetlá a ďalšie podskupiny, napr. parkovacie kamery. Ďalej nasledujú operácie v zábehových kabínach, kde sa kontroluje a testuje pohonná jednotka a brzdový systém. Vo vodnej skúške sa overí tesnosť automobilu. Následne je auto transportované lanovkou na testovaciu dráhu, kde sa prekontrolujú jeho jazdné vlastnosti. Auto je transportované späť do montážnej haly, kde sa



Multifunkčný tester

umyje a opätovne prekontroluje na poslednom kontrolnom bode. Ak automobil spĺňa všetky náročné podmienky na kvalitu, je potvrdený na poslednom kontrolnom bode výrobného systému a odovzdaný transportnému oddeleniu na prevoz k zákazníčkovi.

Všetky testovacie operácie riadi univerzálny skúšobný systém, ktorý je v najväčšej miere nasadený v záverečnej fáze, ale siaha aj do montážneho procesu. Prvé testy kontrolujú nastavenia riadiacich jednotiek automobilu, kódovanie kľúčov a ďalšie. Tieto testy sú potrebné preto, aby bola zabezpečená správna spolupráca s výrobnými zariadeniami, ktoré potrebujú ovládať jednotlivé podskupiny automobilu. Skúšobný systém sa skladá z riadiaceho servera, bezdrôtovej komunikačnej siete a multifunkčných testovacích jednotiek.

Tie sa skladajú z IPC s operačným systémom Windows, komunikačných rozhraní – WiFi ethernet, sériové infračervené rozhranie, CAN zbernica, používateľského rozhrania s LCD displejom a z ovládacích tlačidiel. Napájanie zabezpečuje dobíjateľný akumulátor.

Výrobný riadiaci a informačný systém (FIS) vo VW sa skladá z niekoľkých modulov. FIS Optimo má za úlohu tvorbu optimálnej sekvencie radenia karosérií pre lakovňu a pre montážnu linku. FIS eQS je systém na kontrolu kvality vyrobených automobilov.

## Dôvody nasadenia IPC vo VW

Nasadenie IPC ako najvhodnejšieho riešenia súvisí so stanovením požiadaviek, ktoré musí zariadenie tohto typu v daných podmienkach spĺňať. Základnými podmienkami sú vo VW činnosť

v nepretržitej prevádzke, spoľahlivosť, integrovateľnosť do nadradených riadiacich systémov, štandardizácia, servisovateľnosť (dostupnosť náhradných dielov), systémová podpora a odolnosť proti priemyselnému prostrediu (rozšírený teplotný rozsah, vibrácie, nárazy, priemyselné rušenie) a minimálna energetická spotreba. Integrovateľnosť do nadradených riadiacich systémov so sebou prináša dostupnosť vhodných komunikačných rozhraní (hardvérové, softvérové a protokolové), pričom predovšetkým prítomnosť príslušného protokolového komunikačného rozhrania je veľkou prednosťou IPC oproti programovateľným automatom. So štandardizáciou súvisí masová výroba, ktorá zo sebou prináša zníženie ceny a zvýšenie spoľahlivosti.

Ďalšou nespornou výhodou IPC je jednoduchšia realizácia diagnostických funkcií, ktorá tvorí niekedy až 70 % celého riadiaceho programu. Pomocou IPC sa dajú jednoduchšie realizovať príjemné a priateľské používateľské rozhrania.

### Využitie IPC vo výrobe

Ako sme už spomenuli, prvé priemyselné počítače sa nachádzajú na úvodných kontrolných bodoch. Zo širokého spektra vlastností sa v tomto prípade využili odolnosť proti okolitému prostrediu (nevykurovaný tunel, vibrácie blízkych dopravníkov), spoľahlivosť a komunikačné rozhrania.

V montáži je prvé IPC použité v tlačiarňach typových štítkov. Hlavným dôvodom je technológia tlače – v podstate ide o laserový ploter, z čoho vyplýva potreba riadenia neštandardných periférií – krokové motory, vysokofrekvenčný zdroj pre laser, vodné chladenie, vychyľovacia jednotka, posuv fólie. Ďalším dôvodom je priame napojenie na centrálny FIS systém. Komunikácia sa realizuje špeciálnym VW protokolom určeným pre koncové výrobné zariadenia. Takmer bezprostredne za týmto miestom je ďalšie IPC použité na riadenie razičky čísla karosérie.



Riadiaci systém razičky čísla karosérie

Niekoľko ďalších IPC sa využíva v ovládacích pultoch manipulátorov, resp. sa výhodne uplatňujú ich komunikačné vlastnosti. Ďalšie stanovisko, kde prišlo na rad IPC, je plnička médií do automobilu (brzdový systém, klimatizácia, chladiaca kvapalina, servoriadenie, ostrekovač). Toto IPC je umiestnené priamo na pohybujúcej sa konzole a musí teda vo zvýšenej miere odolávať vibráciám a súčasne realizuje rozhranie človek – stroj. Do osobitnej skupiny spadajú prenosné IPC, ako sú mobilné jednotky už spomínaného univerzálneho testovacieho systému.

### Systém riadenia a kontroly skrutkových procesov

Priemyselné počítače sú v najväčšom počte využité v systéme riadenia skrutkových procesov SDOK. Tento systém je napojený na centrálny FIS, z ktorého dostáva údaje o skrutkových spojoch každého konkrétneho automobilu. Ide pritom o tzv. D spoje – povinne dokumentované spoje. Tie tvoria viac ako tretinu všetkých skrutkových spojov na automobile. Predovšetkým ide o spoje na dieloch a skupinách, ktoré bezprostredne vplyvajú na aktívnu a pasívnu bezpečnosť automobilu a jeho pasažierov – upevnenie bezpečnostných pásov, riadiacich jednotiek airbagov, podvozok atď. Systém SDOK sa skladá z hlavného servera, riadiacich a vizualizačných jednotiek jednotlivých montážnych pracovísk, tzv. HMI a riadiacich jednotiek elektronických skrutkovačov. Systém riadenia skrutkových procesov disponuje samostatnou komunikačnou sieťou, ktorá je postavená na technológii optických vlákien.



Riadiaca jednotka skrutkovacieho pracoviska

Každé HMI sa skladá z IPC s dotykovou obrazovkou, čítačky čiarových kódov, čítačky multifunkčných preukazov na identifikáciu pracovníkov a konvertora z optickej siete na metalickú, ktorý zároveň slúži ako ethernetový switch.

Zo servera sa v predstihu posielajú údaje do HMI o skrutkových spojoch automobilov pripravených v montážnej sekvencii pre konkrétny pracovný takt. Po identifikácii automobilu pomocou načítania čiarového kódu zo sprievodnej dokumentácie sa na obrazovke HMI zobrazí výrobný predpis. Do riadenia skrutkovača sa pošle príkaz na výber parametre vety a až po tomto príkaze sa uvoľní skrutkovač pre samotné utiahnutia. Na obrazovke sa potom priebežne zobrazujú zaskrutkované spoje a do servera sa posielajú dosiahnuté parametre skrutkového spoja.

V prípade poruchy skrutkovača a nasadenia núdzovej stratégie sa na obrazovke HMI ručne potvrdzujú výsledky jednotlivých spojov. Dotyková obrazovka slúži tiež na identifikáciu automobilu v prípade poruchy čítačky čiarových kódov. Na konci montážnej linky sa ku každému automobilu vytlačí protokol o stave skrutkových spojov, ktorý sa priloží do sprievodnej dokumentácie. Údaje



**Vyhodnocovacia jednotka skrutkových spojov podvozku**

zo SDOK-a servera sa súčasne zasielajú do systému kontroly kvality FIS eQS. Po potvrdení automobilu na poslednom kontrolnom bode sa vytvorí v SDOK-u archívny súbor, obsahujúci údaje o všetkých D spojoch.

V rámci systému SDOK sú IPC ďalej použité ako lokálne vyhodnocovacie jednotky po zabudovaní podvozku a tiež ako komunikačné konvertory umožňujúce pripojiť na SDOK riadenia skrutkovacích vretien, ktoré nie sú vybavené rozhraním ethernet.

Riadiace jednotky HMI pre novú výrobu Audi Q7 dodala do závodu slovenská spoločnosť Q-Products, pričom vytvorila riešenie na mieru presne podľa požiadaviek zadávateľa (predpísané rozmery, komponenty, minimálna energetická spotreba, servisovateľnosť, cena). Q-Products dodal do VW 80 HMI rozhraní s typovým názvom HUMIN. Jedným z kladov HUMIN-ov je aj ich rýchla inštalovateľnosť, ktorá sa rádovo pohybuje v niekoľkých minú-

tach. „Trúfam si povedať, že Bratislava má momentálne najlepší systém riadenia a kontroly kvality skrutkových procesov v celom koncerne Volkswagen,“ poznamenal Ing. Anton Štefánek, odborný pracovník centrálnej údržby Volkswagen Slovakia, a. s.

## **Záver**

Podľa osobného názoru Ing. Antona Štefánka predstavujú priemyselné PC budúcnosť priemyselného riadenia a postupne budú vo svoj prospech ukrajsť väčší kus z koláča na úkor programovateľných automatov.

Kľúčovými prednosťami, ktorými sa budú presadzovať v konkurencii s PLC, je ich štandardizácia, komunikačné rozhrania, schopnosť jednoduchšej integrovateľnosti do nadradených riadiacich systémov a množstvo SW pripraveného pre túto platformu.

Ing. Anton Štefánek však jedným dychom dodal, že programovateľné automaty budú naďalej zohrávať dôležitú úlohu v priemysle, obzvlášť ako decentrálne riadiace systémy s obmedzeným počtom vstupov/výstupov.

*Na záver by sme sa radi poďakovali Ing. Antonovi Štefánkovi, odbornému pracovníkovi centrálnej údržby Volkswagen Slovakia, a. s., za ochotu a čas pri sprevádzaní v montážnej hale, ako aj za poskytnutý odborný výklad.*

**Anton Géer  
Branislav Bložon**

