ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978
Seria: Automatyka z. 46 582

Andrzej Strykowski
Fabryka Samochodów Małolitrażowych
w Bielsku-Białej

ZAGADNIENIA WDROŻENIA SYSTEMU STEROWANIA PRACĄ TAŚMY MONTAŻOWEJ SILNIKÓW NA PRZYKŁADZIE FSM

Streszczenie. Referat dotyczący konkretnego przypadku wdrażania systemu sterowania dyskretnym procesem technologicznym będzie omawiał niektóre zagadnienia dotyczące przebiegu wdrożenia i organizacji prac przygotowawczych w sferze opracowywania systemu. Są to uwagi przedstawicieli produkcji jako użytkownika systemu.

I. Wstęp

Obiektywna konieczność podnoszenia efektywności pracy wymaga kojarzenia doświadczeń praktyki produkcyjnej z osiągnięciami naukowymi. Dotyczy to szczególnie przekraczania bariery jaka dzieli praktykę operującą dużą ilością pozornie niezależnych zmiennych losowych od opracowań teoretycznych zakładających przeważnie sztywne układy logiczne.

W celu umożliwienia wdrażania układów informatycznych w modelach rzeczywistych należy zaobserwować i określić czynniki determinujące przebieg procesu produkcyjnego oraz uwzględnić w rozważaniach naukowych pełen zakres rzeczywiście istniejących uwarunkowań.
Jest to możliwe tylko w oparciu o doświadczenie i analizę procesu produkcyjnego.

Rzeczą wskazaną, a w niektórych przypadkach nawet konieczne jest, aby zastosowanie zweryfikowanych systemów informatycznych określało i egzekwowało dyscyplinę organizacyjną, gdyż brak właściwej, podstawowej organizacji pracy nie zastąpi najdoskonalszy nawet system.

Referat będzie omawiał niektóre zagadnienia dotyczące przebiegu dostosowywania systemu informatycznego do sterowania dyskretnymi procesami produkcyjnymi.
Będą to uwagi przedstawicieli dozoru produkcyjnego, dążące do wniosków ogólnych, bazujące na konkretnym przykładzie wdrożenia.
W referacie pominięto opis wdrażanego systemu, ponieważ został on zawarty w oddzielnej publikacji.

II. Lokalizacja, dotychczasowy model organizacji produkcji

Opracowywany system dotyczy taśm montażowych silnika do samochodu FIAT 126 p w FSM. Są to linie potokowe o wymuszonym, ciągłym rytmie pracy, służące do produkcji o charakterze masowym. Optymalna wydajność dobowa dwóch bliźniaczych taśm pracujących na 2 zmiany i zatrudniających razem ok. 150 pracowników wynosi ok. 1200 silników.

Stosunkowo skomplikowany wyrób wymaga ok. 150 operacji montażowych i składa się z ok. 200 rodzajów detali lub podzespołów.

Taśma stanowi system, w którym zachodzą dyskretne procesy technologiczne i tworzy układ wielowejściowy i jednowyjściowy.

Dostarczając materiały bezpośrednio i pośrednio produkcyjne oraz energię otrzymuje się, przy pomocy monterów operujących określonymi technologią narzędziami, efekt końcowy w formie zmontowanych silników. Przedmiotem rozważań była organizacja zakresu oddziaływania montera na montowany obiekt. Sposób oddziaływania zdeterminowany technologią nie podlegał analizie jako zakres zupełnie odrębnych zagadnień.

Każdorazowo przed rozpoczęciem zmiany mistrz poprzez ustawieczy rozwiązywał jako dyspozytor linii następujące zadania:

- Jak mając określony skład monterów (absencja, fluktuacja), znając zadania dzienne w zakresie rodzaju montowanej wersji silników i dysponując znanym normatywem, tzw. podmontaży (zespołów, które można podmontować poza taśma lub na taśmie) podzielić proces technologiczny na stanowiska pracy. Należy wyjaśnić, że na taśmie nie ma tradycyjnego stanowiska pracy.

  Stanowisko pojawia sie dopiero po przydzieleniu monterowi określonego zakresu operacji. Sposób podziału winień przyjmować jako podstawowe kryterium uzyskanie możliwie największej wydajności czyli szybkości linii.

  Ilość koniecznych do dokonania optymalnego podziału taśmy na stanowiska operacji logicznych przekracza wielokrotnie możliwości dyspozytora linii.

  Kierując się doświadczeniem i intuicją dokonywano podziału, przyjmując, że poszczególne stanowiska są stacjonarne i przydzielone prawie na stałe określonym indywidualnie monterom. W przypadku nieobecności danego rozdzielano operacje i czynności składające się na jego stanowisko pomiedzy sąsiednich monterów, zwiększając nieproporcjonalnie do pozostałego składu pracowników ich obciążenie praca. Tworzyło to w pojęciu czasowym " wąskie gardło " i obniżało takt linii montażowej.

III. Adaptacja systemu SILMONT do warunków rzeczywistych

Lokalizując temat Instytut Automatyki Politechniki Slaskiej w oparciu o dane zebrane podczas obozu naukowego, dokumentacje technologiczną i fragmentaryczne informacje pracowników FSM, pośrednio związanych z produkcją, poczynił pewne założenia, które w trakcie dopracowywania i testowania systemu ulegały weryfikacji i modyfikacji. Sądzę, że właśnie ten etap weryfikacji i konsultacji prowadzonych bezpośrednio z przedstawicielami produkcji, przyszłymi użytkownikami systemu jest decydujący dla uzyskania końcowych pozytywnych rezultatów.

Oprócz najistotniejszej możliwości sprawdzania i korekt systemu w stadium jego projektowania praktyka taka prowadzi do przełamania postaw zachowawczych i wręcz zaangażowania od początku pracowników, od których zależy końcowy efekt wdrożenia.

Modyfikację założeń i algorytm systemu przedstawią w pewnych wybranych grupach zagadnień, które można w wielu przypadkach uogólnić.

1. Struktura montażu

Technologia w zasadzie określa kolejność wykonywania poszczególnych operacji i czynności montażowych. Technicznie i organizacyjnie jest jednak dopuszczalna pewna ograniczona ilość zmian w sekwencyjnej strukturze technologii.
Po żmudnych rozważaniach w oparciu o raczej formalne założenia przeprowadzono metodą tablic decyzyjnych identyfikację dopuszczalnych struktur montażu dla poszczególnych wersji.

Otrzymane w rezultacie 32 struktury zostały podczas konfrontacji zakwestionowane przez dyspozytorów linii.
Okazało się mianowicie, że zorganizowanie pracy wg określonych struktur wymaga czasowo nieefektywnych przemieszczeń w zakresie usytuowania detali i narzędzi lub nie jest możliwe ze względu na wymaganą wielonarzędziowość.

Po analizie wyciągnięto wniosek, że rozpatrywanie problemu identyfikacji struktur w ramach danej wersji silnika jest niecelowe i przyjęto po jednej strukturze dla każdej wersji.

Strukturę tę wybrano na podstawie wieloletniego doświadczenia mistrzów (nie pokrywała się ona z technologią).
Przyjęto również, że podmontaże, w zakresie których istnieje dowolność wykonywania w linii lub poza linie są wykonywane poza linią.

W trakcie wdrożenia został zgłoszony i uzasadniony wniosek, żeby podmontaże w sposób regulowany progresywnie w sensie ilości włączać w taśmę przejmując, że dany podmontaż może być wykonywany pomiędzy dowolnymi operacjami na ściśle określonym odcinku linii montażowej. Tak zidentyfikowany zakres struktur montażu okazał się wystarczający i dopuszczalny dla potrzeb prawidłowego funkcjonowania systemu.

2. Parametry operacji

Głównym ze względu na funkcjonowanie systemu parametrem operacji jest czas jej wykonania. Czasy operacji przyjęte wg dokumentacji licencyjnej i korygowane szacunkowo w trakcie zmian technologicznych były różne od rzeczywistych, czyli nieprzydatne. Ich dokładność, ze względu na dotychczas stosowany dniówkowy system płac, nie była praktycznie konieczna.

Wstępne rozważanie oparte na tych czasach były oczywiście wartościowo błędne.

Proponowana przez Instytut Automatyki metoda pomiaru czasów metodą ekspertów lub ruchów elementarnych została zastąpiona inną, nieistniejącą w literaturze, zaproponowaną przez dozór metodą przy pomocy, której dokonano pomiaru czasów operacji przez bezpośrednio zainteresowanych mistrzów.

Metoda ta polega na doświadczalnym określeniu zakresu czynności (operacji) wykonywanych na danym stanowisku przy optymalnej ilości monterów o pełnych kwalifikacjach.

Znając ilość stanowisk i czas całkowity na zmontowanie całego silnika można obliczyć takt linii, który równa się sumie czasów operacji wykonywanych na każdym stanowisku.

T_s - czas całkowity na zmontowanie silnika

i - ilość stanowisk

n_o - optymalna ilość monterów

T_l - takt linii

t_o - czas operacji.

Przy wymienionych założeniach wystarczy w celu określenia czasów operacji dokonać podziału taktu linii proporcjonalnie do czasów operacji pomierzonych na danym stanowisku.
Nie stanowi to już żadnego praktycznego problemu ponieważ uniezależnia pomiar od aktualnej wydajności linii i pojedyńczych monterów.
Ewentualne błędy tej metody nie odbiegają od zakładanych błędów innych znanych metod. Praktyczne stosowanie systemu SILMONT i akordowego systemu płac, opartego o tę metodę potwierdziło pełną jej przydatność.

System SILMONT narzucił konieczność zastosowania innego podziału cyklu technologicznego na operacje.
Mianowicie dokonano, w oparciu o doświadczenie dozoru i samych pracowników, takiego podziału, który uwzględniał wszystkie możliwe do stosowania i dotychczas praktycznie stosowane podziały linii.
Doprowadziło to do istotnego rozdrobnienia operacji.

3. Kryteria optymalizacji procesu montażu

Opisanie procesu montażu modelem matematycznym (teleologicznym) umożliwiło rozwiązanie zadania optymalizacji.
Początkowo za podstawowy warunek optymalizacji przyjęto uzyskanie żądanej (planowanej) wydajności taśmy.
Prowadziło to do określenia liczby monterów koniecznych do uzyskania założonej wydajności (szybkości) taśmy.

Wspólna z kierownictwem montażu analiza rzeczywistych warunków pracy doprowadziła do postawienia inaczej sformułowanego zadania optymalizacji.
Mianowicie, jak mając dany skład monterów uzyskać maksymalną wydajność taśmy. Eliminowanie monterów, przez doraźne kierowanie ich do innych prac, zarezerwowano jedynie dla przypadku jeżeli nie wpłynie to w rozwiązaniu zadania na wielkościach rzeczywistych na zmniejszenie szybkości taśmy.

IV. Organizacja wdrożenia

Rezygnując z pełnego opisu organizacji wdrożenia, zwrócę uwagę na te elementy, które decydują o jego powodzeniu, a są często pomijane.

1. Zapewnienie udziału zainteresowanych w eksploatacji i samych użytkowników systemu w jego przygotowaniu, nawet już w początkowych fazach. Pozwala to na faktyczne rozpoczęcie wdrożenia jeszcze przed ostatecznym opracowaniem systemu.

2. Szkolenie całego dozoru i obsługi w sposób zorganizowany i dostosowany do poziomu wiedzy zainteresowanych. Szkolenia winny odbywać się bezpośrednio przed wdrożeniem i bazować możliwie na demonstrowaniu praktycznym.

3. Zapoznanie wszystkich pracowników, których system będzie dotyczył z jego organizacją i skutkami. Brak takich wyjaśnień tworzy atmosferę nieufności i niezrozumienia, szczególnie w zakresie nowoczesnej techniki informatycznej.

V. Kierunki rozwoju systemu SILMONT

Dotychczasowe doświadczenia w eksploatacji systemu SILMONT spowodowały wysunięcie przez użytkownika postulatów dotyczących dalszego rozwoju systemu.

1. W związku z wprowadzeniem akordowego systemu płac niezbędne stało się wprowadzenie do systemu dodatkowego zbioru informacji dotyczących deklarowanych przez poszczególnych monterów wydajności pracy i rozwiązanie zadania uwzględniającego zróżnicowaną wydajność monterów.

2. Rozbudowanie systemie o informacje dotyczące zasad wymuszonej, ergonomicznie uzasadnionej rotacji monterów. Mianowicie repetytywny, cząstkowy charakter czynności na taśmie wpływa na degeneracje układu ruchowego pracownika. Przeciwdziała temu określona w czasie zamiana stanowisk pracy o komplementarnych rodzajach obciążenia. Rozwiązanie zadania przydziału stanowisk, przy uwzględnieniu zasad ergonomii pracy, wpłynie na zasadniczą o dużym znaczeniu humanizacyjnym rozbudowę systemu.

3. Docelowo, po pełnej weryfikacji systemu planuje się zmianę jego charakteru z wspomagającego na obowiązujący.
Wymaga to jednak pełnego dopracowania systemu, jego niezawodności, właściwych środków technicznych oraz uwzględnienia skutków społecznych.

IV. Uwagi i wnioski

Wdrożenie systemu SILMONT, które szacunkowo pozwoliło uzyskać ok. 5% wzrostu wydajności pracy (15 tys. silników rocznie) pozwala na wyciągnięcie kilku wniosków dotyczących ogólnych zasad opracowywania i wdrażania systemów informatycznych w zakresie sterowania dyskretnymi procesami technologicznymi.

1. Każdy system winien bazować na naukowo uzasadnionych zasadach organizacji i zarządzania oraz uwzględniać ekonomikę stanowiska pracy.

2. System musi uwzględniać wszystkie możliwe do przyjęcia postulaty przyszłego użytkownika.
Wprowadzając uzasadnione zmiany w stosunku do poglądów użytkownika nie należy to robić poza nim, ale każdorazowo uzgadniać.

3. Każdy system oprócz zagadnień organizacyjno-technicznych winien w założeniach rozpatrywać skutki społeczne jako najczęściej decydujące o jego powodzeniu.

4. Współpracę z użytkownikami i obsługującymi system należy rozpoczynać od początku opracowywania założeń traktując to jako zasadniczy etap wdrożenia.

ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ КОНВЕЙЕРА СБОРКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ОПЫТАМ ФАБРИКИ МАЛОЛИТРАЖНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ФСМ

Р е з ю м е

В статье анализируется конкретный случай внедрения системы управления дискретным технологическим процессом. Затрагиваются некоторые вопросы по внедрению и организации подготовительных работ в области разработки системы.

IMPLEMENTATION PROBLEMS OF THE CONTROL SYSTEM FOR THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE PRODUCTION LINE IN FSM

S u m m a r y

The paper presents some problems conncected with the implementation and the organization of preparatory work for the control system from the user's point of view.