

NOWE SYSTEMY CNC SINUMERIK 828D I SINUMERIK 840D SOLUTION LINE

Jacek KRZAK

Streszczenie: Siemens oferuje w pełni funkcjonalną platformę systemową przeznaczoną do sterowania obrabiarkami CNC stosowanymi w produkcji warsztatowej, produkcji form i matryc, produkcji narzędzi oraz w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym. Ta platforma to **SINUMERIK solution line**. Obrabiarka skrawająca wyposażona w system sterowania **SINUMERIK solution line** w połączeniu z systemem do programowania obrabiarek o nazwie NX CAM oraz przekształtnikami częstotliwości nowej generacji SINAMICS S120 i precyzyjnymi silnikami serwo jest elastycznym narzędziem produkcyjnym i jest w stanie spełnić wiele specyficznych wymagań zarówno w produkcji mało-, jak i wielkoseryjnej.

Słowa kluczowe: SINUMERIK, SINAMICS, SIMATIC, Drive-Cliq, Siemens, NX.

1. Opis systemu SINUMERIK solution line

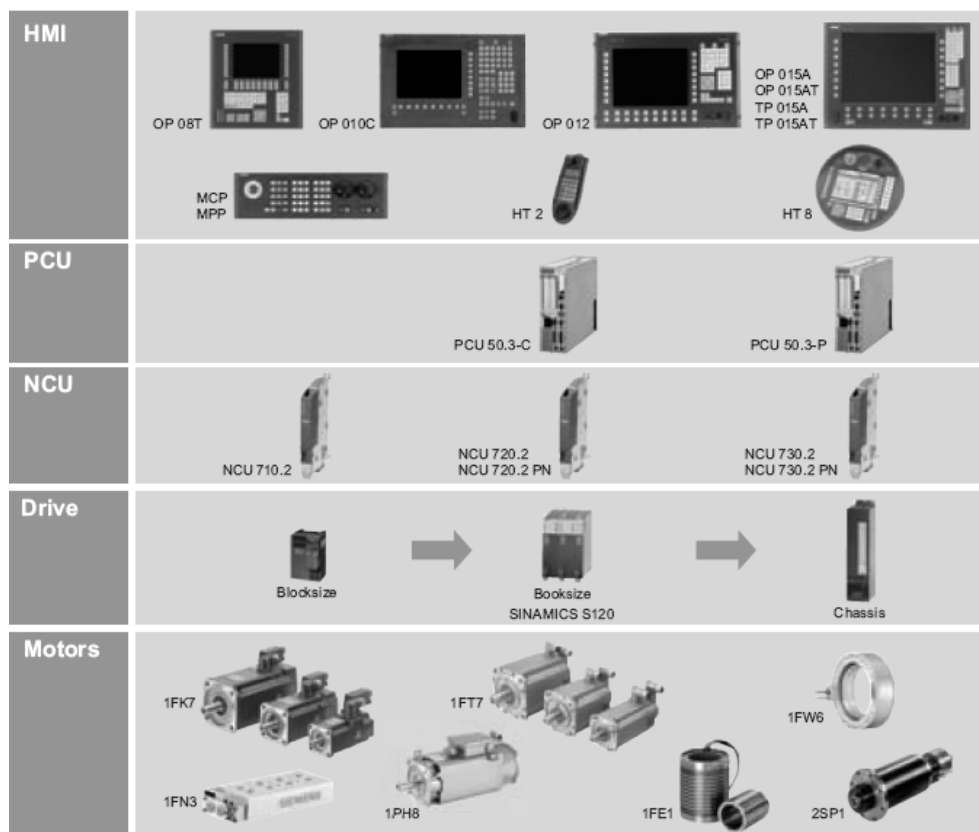
Siemens oferuje swoim klientom w pełni funkcjonalną platformę systemową przeznaczoną do sterowania obrabiarkami CNC stosowanymi głównie w produkcji warsztatowej, produkcji form i matryc, produkcji narzędzi oraz w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym. Ta platforma to **SINUMERIK solution line**. Niezależnie od tego, czy jest to produkcja mało-, czy wielkoseryjna, produkty proste, czy złożone, wszystkie specyficzne wymagania mogą być zrealizowane dzięki rozbudowanym funkcjom samego sterowania oraz szerokiej gamie komponentów wchodzących w skład systemu sterowania obrabiarki. Zakres produktów oferowanych przez Siemens'a do wyposażenia elektrycznego obrabiarek pokazuje rys. 1.

1.1. Komunikacja i połączenie elementów systemu

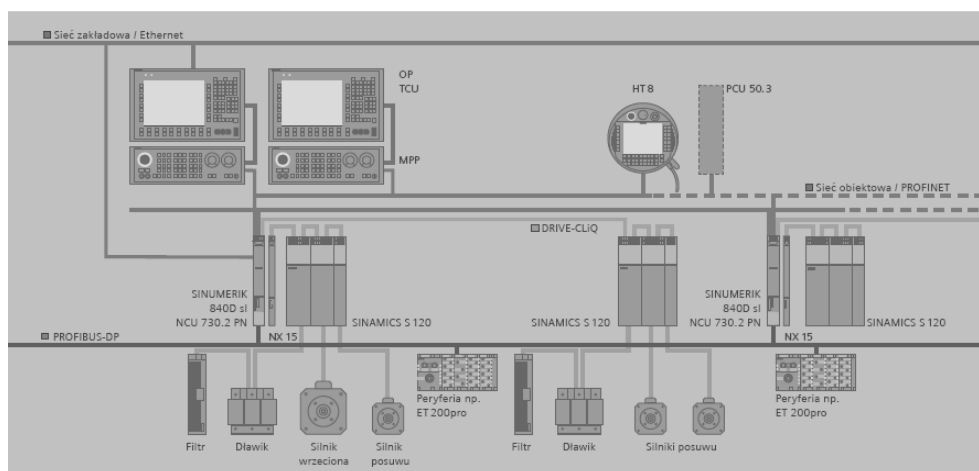
Komunikacja w sterowaniu SINUMERIK solution line odbywa się za pośrednictwem typowych złączy komunikacyjnych, tj. przemysłowego Ethernet, Profinet, i Profibus DP. Nowością w SINUMERIK solution line jest elastyczna koncepcja obsługi za pomocą funkcji Thin-Client oraz wewnętrzna magistrala komunikacyjna DRIVE-CLiQ®. W przypadku wykorzystania funkcji Thin-Client system sterowania nie wymaga tak częstej konserwacji ze względu na brak twardego dysku, baterii oraz wentylatora. Magistrala DRIVE-CLiQ® wykorzystywana jest do diagnozowania poszczególnych elementów systemu CNC oraz do prostego i szybkiego uruchomienia za pomocą automatycznej identyfikacji dołączonych napędów (Plug & Run). SINUMERIK solution line wraz z układem napędowym Sinamics S120, sterownikami Simatic S7 300 oraz szeroką ofertą silników tworzy pełny, skalowalny i elastyczny system sterowania. SINAMICS S120 jest systemem napędowym o konstrukcji modułowej do zastosowań wymagających wysokiej wydajności w budowie maszyn i urządzeń przemysłowych. Duże momenty w stanie zatrzymania, czy duża moc znamionowa, wysoka prędkość obrotowa, czy wysoka dynamika, chłodzenie wodne, czy powietrzne, ruch liniowy, czy obrotowy – szeroka oferta

silników firmy Siemens pozwala wybrać odpowiedni ich typ do oczekiwanego zadania. Należą do nich silniki synchroniczne i asynchroniczne pracujące w trybie serwo oraz nowoczesne silniki liniowe i momentowe. Przykładową konfigurację systemu sterowania obrabiarki na bazie Sinumerik 840D solution line pokazuje rysunek 2.

System overview of SINUMERIK 840D sl



Rys. 1. Przegląd komponentów systemu sterowania obrabiarki



Rys. 2. Przykładowa konfiguracja systemu sterowania obrabiarki na bazie Sinumerik 840D solution Line

1.2. Bezpieczeństwo

Obrabiarki w każdych warunkach eksploatacji muszą być bezpieczne i wygodne w obsłudze (choćby podczas instalacji, czy testowania przy otwartych osłonach). Aby to zapewnić system SINUMERIK solution line oferuje szereg funkcji bezpieczeństwa, do których m.in. należą: funkcje nadzoru nad prędkością i zatrzymaniem, zabezpieczenie przestrzeni obróbczej i ograniczenie pola pracy. Poza tym pakiet funkcji Safety Integrated posiada bezpośrednie połączenie ze wszystkimi ważnymi sygnałami maszyny i ich funkcjami logicznymi. Funkcje bezpieczeństwa spełniają wymagania zabezpieczeń wg normy PN-EN ISO 13849-1. Stosownie do potrzeb mogą być zintegrowane tylko w napędzie albo w systemie sterowania CNC, napędzie i PLC. Skuteczność zainstalowanych funkcji bezpieczeństwa może być w prosty sposób sprawdzona za pomocą zintegrowanych z systemem procedur testu odbioru maszyny – automatycznie zostanie wygenerowany protokół przeprowadzonych testów.

1.3. Opis sterowań CNC

Spełnienie wymagań wytwórców modeli i form oraz wymóg konkurencyjności powodują, iż sterowanie powinno zapewniać maksymalnie krótki czas wytwarzania przy minimalnym nakładzie czasu na przygotowanie technologii i wdrożenie produkcji. Siemens w ostatnim czasie wprowadził nowe rozwiązania w zakresie systemów sterowania CNC SINUMERIK oraz narzędzia przygotowania programów technologicznych, które użyte razem całkowicie rewolucjonizują dotychczasowe możliwości technologiczne dla najbardziej precyzyjnych maszyn i pozwalają znacznie skrócić czas opracowania programu obróbki i jego wdrożenia w stosunku do metod klasycznych.

W skład całej rodziny systemów SINUMERIK solution line wchodzi duży system sterowania SINUMERIK 840D sl (rys. 3) oraz średni SINUMERIK 828D (rys. 4), oba wyposażone w nowy interfejs SINUMERIK Operate. System 840D sl przeznaczony jest dla

średnich i dużych maszyn i może obsłużyć do 31 osi, w tym 10 wrzecion. Sinumerik 840D sl jest odpowiednim rozwiązaniem dla wielu różnorodnych technologii, jak toczenie, frezowanie, szlifowanie, obróbka laserowa, wycinanie lub wykrawanie. Dla maszyn o średnich wymaganiach Siemens oferuje systemy SINUMERIK 828D z możliwością dołączenia maksymalnie 8 osi, w tym 2 wrzecion - dla tokarek lub w wersji frezarkowej - obsługujące 6 osi, w tym 1 wrzeciono. Tak skonfigurowane systemy posiadają optymalną cenę przy bardzo dużych możliwościach.



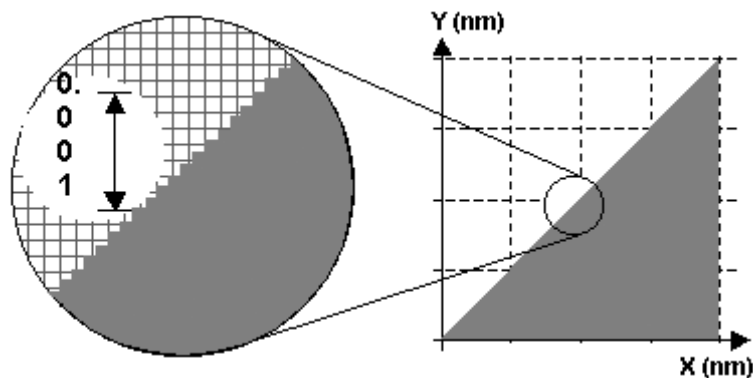
Rys. 3. System sterowania SINUMERIK 840D sl

Co czyni te sterowania tak atrakcyjnymi dla producentów obrabiarek? Systemy SINUMERIK 828D już na wstępie przygotowania do produkcji wspierają operatora graficznymi cyklami pomiarowymi dla ustawienia mocowania przedmiotu, określenia zera przedmiotu czy pomiaru narzędzia. Funkcje oferowane przez sterowanie SINUMERIK 828D ułatwiają obsługę CNC dzięki wprowadzaniu danych z karty pamięci CF, USB Flash lub poprzez sieć internetową złączem TCP-IP. Wymiana danych pomiędzy komputerem technologicznym i obrabiarką stała się bardzo prosta i niezawodna dzięki oprogramowaniu RCS (Remote Control System). Zastosowanie nakładek programowych - ShopTurn dla tokarek i ShopMill dla frezarek - pozwala na szybkie, obiektowe programowanie zadań technologicznych, zamiast żmudnego wpisywania kodu ISO, który nadal występuje jako składnik wiążący cykle technologiczne, cykle pomiarowe i inne fragmenty mniej skomplikowanych programów obróbki. Każdy, kto wprowadzał i uruchamiał cykle stałe o kilkudziesięciu parametrach określających funkcjonowanie cyklu posiadając SINUMERIK 828D lub SINUMERIK 840D sl i oprogramowanie programGUIDE przekona się, iż sprawdzenie poprawności wpisanego cyklu jest szybkie, wygodne, a dzięki animacji graficznej sprawdzanego fragmentu programu niezwykle skuteczne.



Rys. 4. System sterowania SINUMERIK 828D

Wygodzie i bezpieczeństwu operatora i technologa służy także nowa grafika wektorowa, dająca obraz w 3D przedmiotu obrabianego w czasie rzeczywistym. Dzięki temu, nawet przy intensywnym chłodzeniu pola obróbki, operator w każdej chwili jest zorientowany o jej przebiegu bez otwierania osłon. Istnieje możliwość wyświetlania całych sekwencji realizowanego programu w postaci animacji. Dla maszyn wyposażonych w skomplikowaną kinematykę (stół obrotowo-uchylny, skrętną głowicę lub wrzeciono skrętno-uchylne) Siemens oferuje transformacje kinematyczne przyspieszające proces programowania technologicznego. Dla technologii specjalnych w maszynach przeznaczonych do **nanoobróbki** istnieje możliwość zastosowania interpolacji 80-bitowej (rys. 5), która umożliwia osiągnięcie najwyższych dokładności.



Rys. 5. Interpolacja 80-bitowa

Systemy SINUMERIK 828D i SINUMERIK 840D s1 wyposażone są w funkcje Spline A, B, C, pozwalające na realizację programów o skomplikowanych kształtach przestrzennych i współpracę z oprogramowaniem CAD-CAM. W praktyce często występuje sprzeczność pomiędzy szybkością realizacji obróbki i zadaną dokładnością. Posiadając funkcję Advanced Surface, możemy w optymalny sposób sterować prędkością skrawania tak, aby uzyskać najlepszą powierzchnię przy możliwie najkrótszym czasie obróbki.

Osiągnięciu najwyższej dokładności służy także kompensacja objętościowa (Volumetric Compensation), która pozwala skompensować odkształcenia obrabianego przedmiotu i maszyny, powstające w czasie jej pracy. Funkcja ta jest szczególnie użyteczna w dużych obrabiarkach, o dużych mocach zainstalowanych i o długich narzędziach. W tokarkach z przechwytem niezwykle wygodne jest stosowanie opcji SYNC, która pozwala na podział ekranu na dwie części i jednoczesną obserwację realizacji programu technologicznego oraz symulacji obu przedmiotów obrabianych w czasie rzeczywistym.

Dużym ułatwieniem dla osób zajmujących się utrzymaniem ruchu lub serwisem jest możliwość otrzymywania informacji o stanie maszyny poprzez komunikaty SMS w sieci GSM (Easy Message) lub zdalna diagnostyka maszyn z dowolnego punktu świata poprzez sieć internetową i funkcję RCS. Te informacje o stanie maszyny możemy uzyskać z kolei dzięki rozszerzonym funkcjom diagnozowania napędów ze wskazaniem przyczyn usterek, szybkiemu obrazowaniu topologii części napędowej systemu oraz możliwości przeglądania i zapisu wszystkich danych systemowych NC, HMI i napędów. Pomiar obróbki, pomiar stanu obciążenia wrzeciona, liczbę wykonanych części, czas pozostały do wykonania części, zestaw pomocy interaktywnych wbudowany w system SINUMERIK Operate, (np. podręcznik programowania i obsługi) to kolejne z wielu funkcji ułatwiających pracę operatora.

Dla naprawę skomplikowanych przedmiotów Siemens oferuje system NX CAD/CAM z wbudowanym postprocesorem, obsługującym systemy SINUMERIK 828D i 840D s1. Stosując takie środowisko projektowe, przechodzimy w sposób płynny od projektu do realizacji. NX-15 jest częścią większego systemu zarządzania produkcją. Posiadając maszyny z SINUMERIK 828D lub SINUMERIK 840D s1, możemy stosować także Reverse Engineering: za pomocą sondy pomiarowej, obrabiarki oraz wzorca przedmiotu wygenerujemy program do realizacji jego kopii na obrabiarce numerycznej (kopiowanie cyfrowe).

1.4. SINUMERIK Operate

Nowy interfejs SINUMERIK Operate, który jest dostępny dla sterowań Sinumerik 840D sl i Sinumerik 828 oferuje szereg nowych funkcji, które ułatwiają pracę technologa i operatora maszyny numerycznej oraz upraszczają i znacznie przyspieszają cały proces przygotowania i wdrożenia nowych technologii. Dzięki standaryzacji elementów sterowania i ich stałemu położeniu w polu obsługi, niezależnie od stosowanej technologii, nowy interfejs HMI jest bardziej przejrzysty, intuicyjny i bezpieczniejszy w obsłudze. Wygodną, przyjazną obsługę i przyspieszenie przygotowania programu sterującego obrabiarką CNC w systemie SINUMERIK Operate gwarantują:

- ShopMill/ShopTurn z automatycznym wykrywaniem naddatku do obróbki,
- DIN/ISO z elementami języka wysokiego poziomu (C++) i dwukanałowym edytorem,
- Program Manager służący do zarządzania programami technologicznymi,
- zarządzanie narzędziami i korekcją narzędzi poprzez Tool Management,
- moduł uruchomienia maszyny i jej optymalizacji,
- funkcja uczenie (*Teach-In*) na zasadzie wykonywania faz obróbki i ich zapamiętywania,
- nagrywanie sekwencji programu obróbki dla tokarek i frezarek z możliwością symulacji,
- moduł diagnozowania stanów maszyny i napędów,
- edytor wspierania programowania graficznego (256 kroków),
- moduł zarządzania i kontroli produkcji MCIS dla linii produkcyjnych,
- generator protokołów odbioru maszyny, np. po pierwszym uruchomieniu,
- symulacja 2D, 3D oraz symulacja narzędzi 3D,
- graficzne wsparcie programowania cykli z pulpitu operatora,
- animacja ruchu obrabianych elementów,
- funkcje synchronizacji pracy w kanałach program SYNC,
- funkcje ręcznego pomiaru narzędzia i pomiaru przedmiotu obrabianego,
- funkcje pomiaru czasu pracy narzędzia,
- funkcje zliczania wykonanych przedmiotów,
- dostępność dwóch kanałów podwójnego edytora od wersji oprogramowania.

1.5. Nowe funkcje technologiczne systemów SINUMERIK 840D sl i 828D

Do najbardziej zaawansowanych technologii wytwarzania form, matryc i skomplikowanych elementów przestrzennych, realizowanych w technologii 5-osiowej, firma Siemens opracowała nowy pakiet technologiczny **MDynamics**. Wykorzystując unikalne możliwości nowych systemów SINUMERIK 840D sl (czas cyklu 0,1 ms) i 828D sl (1 ms), wprowadzono nakładkę technologiczną MDynamics, przeznaczoną do frezowania w systemach z interpolacją 3-osiową (S 32) i 5-osiową (S 33). MDynamics zawiera wiele modułów programowych, które mogą być traktowane także jako oddzielne opcje. MDynamics funkcjonuje w oparciu o nowy, zunifikowany interfejs użytkownika „SINUMERIK Operate”.

W skład MDynamics wchodzi:

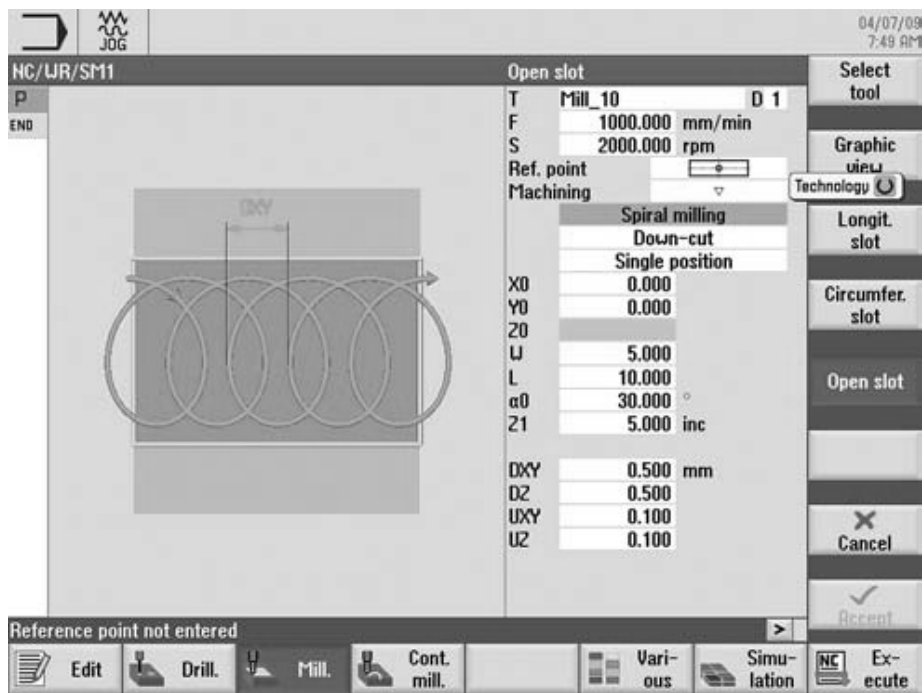
- programowanie krokowe w ShopMill/ShopTurn (P17),
- zaawansowane sterowanie ulepszoną obróbką powierzchni (S07),

- nowe funkcje i cykle do frezowania,
- interpolacja funkcjami Spline (S16) dla powierzchni krzywoliniowych,
- transformacja cylindryczna na powierzchni walca – Transmit (M27),
- wykrywanie pozostałego do usunięcia materiału i obróbka konturu (P13),
- automatyczne cykle pomiarowe (P28),
- dynamiczna Symulacja Wektorowa obróbki 3D (P25),
- kompensacja 3D promienia narzędzia (M48),
- nagrywanie sekwencji ruchu maszyny (P22),
- pomiar kinematyki maszyny (M18),
- kompensacja wolumetryczna VCS Plus (objętościowa) przedmiotu obrabianego (N17),
- moduł przetwarzania CAD-CAM zintegrowany w CNC (NX-CAM) z bezpośrednim przejściem od projektu do przedmiotu,
- dodatkowa pamięć dla HMI na kartach CF (P12),
- pakiet obróbki 5-osiowej (M30),
- edytor XML do dyspozycji użytkownika maszyny,
- oprogramowanie program GUIDE do programowania graficznego z elementami animowanymi,
- dokumentacja elektroniczna instrukcji programowania i instrukcji obsługi oraz wykaz błędów i usterek zintegrowane z systemem sterowania,
- możliwość edytowania programów z różnych źródeł: z pamięci CNC (RAM, HDD, FDD), CF, USB i dysków sieciowych.

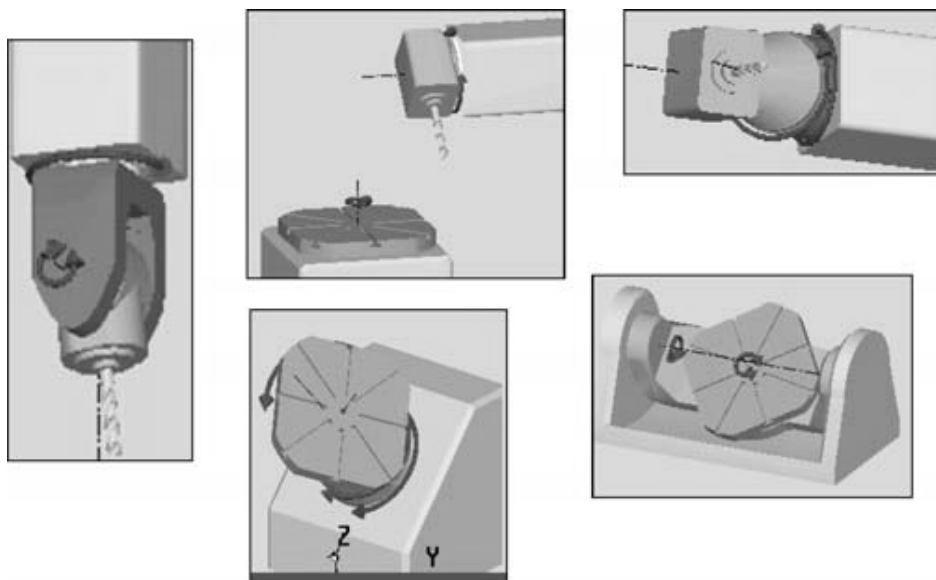
1.6. Nowe cykle technologiczne

Oprócz standardowych i specjalnych cykli stałych, dostępnych w już istniejących systemach sterowania SINUMERIK 840D sl, w SINUMERIK Operate zostały wprowadzone nowe cykle. Optymalne czasy obróbki i jej jakość zapewnia cykl skrawania **trochoidalnego**, przyspieszający obróbkę o ok. 27% w stosunku do klasycznego frezowania warstwowego (rys. 6). Konieczność uproszczenia i przyspieszenia procesu programowania technologicznego jest główną przyczyną wprowadzenia wielu ułatwień programowych, takich jak:

- cykle wielokrawędziowe z parametrycznym frezowaniem wieloboków i symulacją graficzną procesu,
- cykle do obróbki i otwierania głębokich rowków,
- CAD Reader do konwersji plików DXF na formaty zrozumiałe dla CNC SINUMERIK, dostępny także do przygotowania tych programów poza maszyną na PC,
- kalkulator konturu do ręcznego wprowadzania programu obróbki,
- ułatwienia programowania złożonych detali dla cykli 800 – dla osi skrzyżnych (rys. 7),
- HSS (High Speed Settings) – cykle 832 do produkcji form i matryc,
- TRAORI – funkcje ułatwiające i przyspieszające obróbkę przestrzenną na maszynie 5-osiowej,
- kompresor do obróbki 5-osiowej podwyższający dokładność odwzorowania kształtu i zmniejszający zapotrzebowanie na pojemność pamięci.



Rys. 6. Cykl obróbki trochoidalnej



Rys. 7. Ułatwienia programowania osi skrętnych w cyklach 800

2. Wnioski

Wprowadzenie systemów sterowania numerycznego SINUMERIK 840D sl i 828D daje większe możliwości wytwórcze dla maszyn o średniej i najwyższej funkcjonalności. Najnowocześniejsze technologie użyte w budowie układów przekształtnikowych serii SINAMICS S120, w połączeniu z funkcjami Safety Integrated zintegrowanymi w napędzie i systemach CNC SINUMERIK oraz szeroka oferta silników serwo pozwalają spełnić najostrzejsze wymagania współczesnych technologii i norm bezpieczeństwa. Siemens – jako producent – daje do dyspozycji wytwórcom maszyn i ich użytkownikom pełną paletę innowacyjnych urządzeń o najwyższych parametrach użytkowych i funkcjonalnych.

Jacek KRZAK
Siemens Sp. z o.o.
Sektor Industry Drive Technologies I DT MC
40-527 Katowice, ul. Gawronów 22
tel.: +48 (32) 2084133
fax.: +48 (32) 2084139
kom.: +48 660 430 094
e-mail: jacek.krzak@siemens.com
www.siemens.pl/mc