

# Narzędzia modułowe i mechatroniczne

Mikołaj Małecki, Adam Kamiński, Patryk Augustyniak

Friday 22<sup>nd</sup> May, 2020

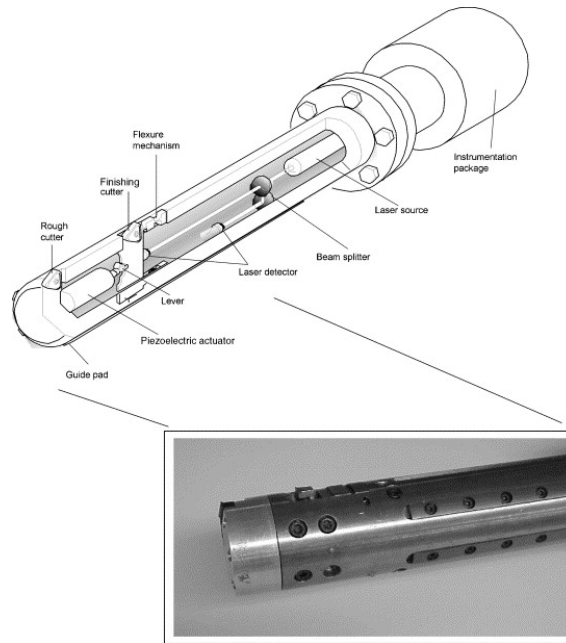
## 1 Wprowadzenie

Modułowe systemy narzędziowe umożliwiają zbudowanie zoptymalizowanego i dostosowanego zespołu do konkretnego zastosowania przy użyciu standardowych elementów. Stosunkowo niewielki zapas może stworzyć ogromną liczbę kombinacji, umożliwiając stosowanie wspólnych systemów narzędziowych w całym centrum wytwórczym.

Modułowy interfejs systemowy jest interfejsem pośrednim umieszczonym między interfejsem maszyny a chwytem lub wkładką. Aplikacje i maszyny stawiają różne wymagania modułowemu interfejsowi systemowemu.

## 2 Przykłady

### 2.1 Narzędzie do roztaczania



Rysunek 1: Budowa omawianego narzędzia [1]

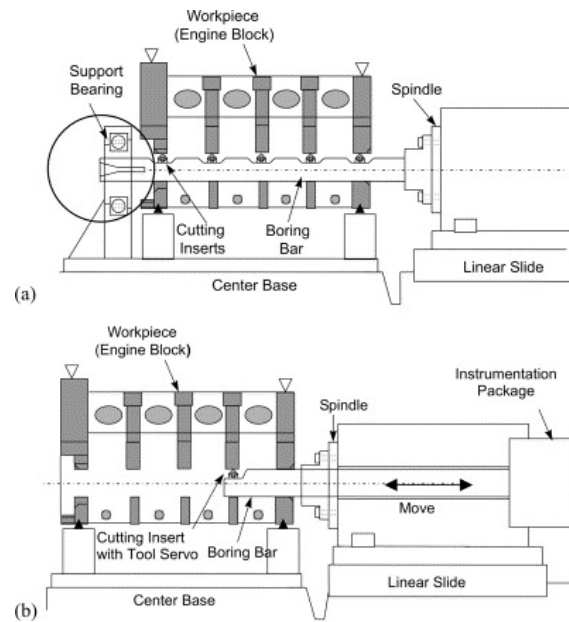
Pomysł wykonania takiego narzędzia zrodził się ze względu na potrzebę zrekompensovania opadania wytaczadła i skutków sił skrawania. Pomimo zwiększenia zwinności wytwórczej poprzez stosowanie maszyn cnc w obszarze automotive, problemem pozostaje potrzeba wyspecjalizowanych narzędzi do roztaczania otworów wałów korbowych.

Użycie takiego typu narzędzia w procesie technologicznym pozwala na:

- zautomatyzowane zmienianie narzędzi
- wyeliminowanie podpory łożyskowej
- bezpośredni pomiar parametrów procesu

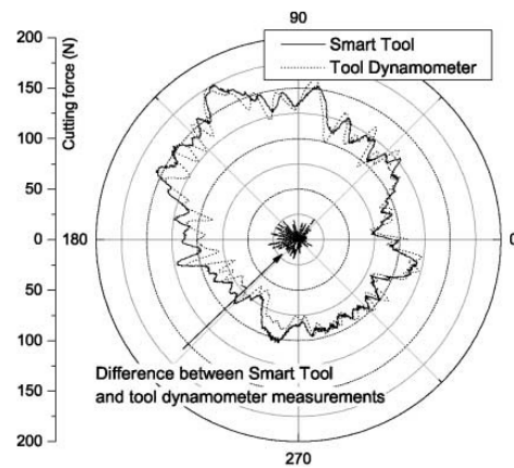
Narzędzie składa się z [Rysunek 3]

1. systemu pomiarowego
2. kontrolera cyfrowego
3. płytki skrawającej
4. mechanizmu posuwu końcówki narzędzia
5. zasilania i systemu komunikacji



Rysunek 2: Struktura wytaczarek liniowych: (a) konwencjonalne narzędzie do wytaczania linii ze wspornikiem i wieloma wkładkami skrawającymi, (b) projekt systemu wytaczania z wykorzystaniem inteligentnego narzędzia. [1]

Pomiar sił skrawających opiera się na estymacji błędów w czasie rzeczywistym, poniżej porównanie pomiaru z użyciem estymatora do pomiaru dynamometrem.



Rysunek 3: Porównanie sił tnących dla klasycznego narzędzia i omawianego inteligentnego narzędzia [1]

## 2.2 Mechatroniczny nóż tokarski

Usprawnienie tego narzędzia, zostało wprowadzone poprzez wprowadzenie własnego napędu oraz sensora położenia, całość sterowana jest za pomocą systemu komputerowego. Dzięki użytemu rozwiązaniu, na konwencjonalnej tokarce można uzyskać elementy o złożonym zarysie. [3]

### 1. Napęd

Ruch liniowy realizowany za pomocą silnika krokowego (silnik krokowy użyty ze względu na dokładność posuwu) oraz śrubie tocznej. Ruch realizowany jest tylko w jednej osi (posuwowy), dzięki prowadnicom, które ograniczają swobodę ruchu narzędzia. Przy śrubie o skoku 2mm, minimalny krok systemu wynosi 0,01mm.

### 2. Sensor położenia

Do realizacji pomiaru położenia mogą być użyte różne rozwiązania: - sterowanie czasowe – przy zadanej prędkości obrotowej, położenie jest funkcją czasu i posuwu na obrót

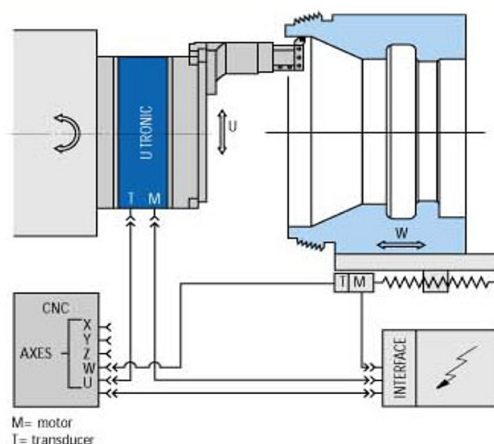
- licznik obrotów wrzeciona – realizowane poprzez zliczanie impulsów wrzeciona z uwzględnieniem nastawionego posuwu
- liniał pomiarowy skojarzony z ruchem imaka - klasyczny pomiar np. suwmiarka cyfrowa
- optyczny system pomiarowy z zastosowaniem myszy optycznej

### 3. System sterowania

System sterowania to połączenie sterownika i komputera (lub jego uproszczonej wersji mikrokontrolera). W odpowiednim programie generowany jest cały przebieg obróbki:

- wizualizacja modelu (system CAD)
- ustawienie parametrów obróbki
- wygenerowanie programu obróbki
- symulacja obróbki z uwzględnieniem wprowadzonych przez użytkownika danych
- odczyt sygnałów z sensorów
- sterowanie procesem

Wynikiem wprowadzenia mechatronicznego narzędzia do konwencjonalnej obrabiarki jest możliwość realizowania zadań przeznaczonych dla obrabiarek sterowanych numerycznie, przez obrabiarki konwencjonalne



Rysunek 4: Narzędzie mechatroniczne rozszerzające możliwości kinematyczne obrabiarki [2]

## 2.3 Narzędzie mechatroniczne do precyzyjnego toczenia wałków

Kolejne rozwiązanie mechatroniczne w znacznym stopniu poprawia precyzję tokarki.

- **Aktuator**

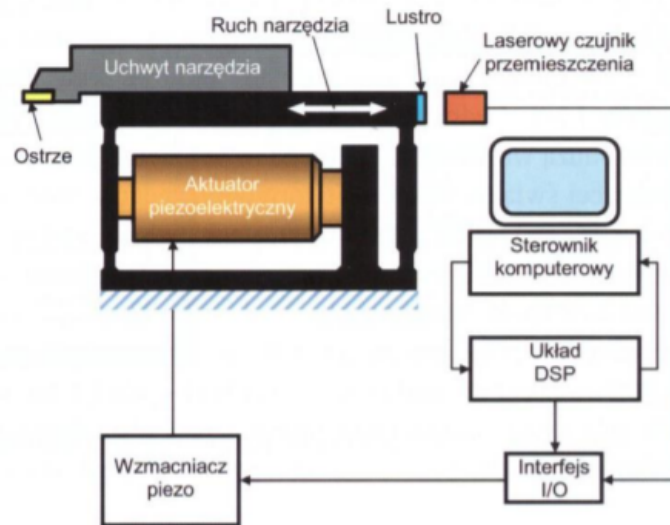
Realizacją sterowania zajmuje się tutaj aktuator piezoelektryczny. Jest precyzyjny, oraz dobrze dostosowany do szybkiego reagowania na sygnały.

- **Sensor**

Role sensora spełnia tutaj laserowy czujnik przemieszczenia. Jest to wysoce precyzyjny czujnik. Układ działa na zasadzie emitera i detektora. Wiązka laserowa odbija się od lustra umieszczonego na narzędziu, wraca (po mierzalnym czasie) do detektora. Przy znanej prędkości lasera w otoczeniu, można obliczyć odległość emitera od narzędzia.

- **System sterowania**

Za sterowanie, zbieranie danych, oraz przekazywanie ich do aktuatora odpowiada sterownik komputerowy. Obliczenia, oraz przekazywanie danych musi być szybkie, ponieważ od tego zależy precyzja narzędzia.



Rysunek 5: Schemat narzędzia [3]

## Literatura

- [1] Byung-Kwon Min, George O'Neal, Yoram Koren, Zbigniew Pasek *A smart boring tool for process control.*  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741580200020X>
- [2] Hubert Skowronek *Narzędzia modułowe i mechatroniczne - instrukcja do laboratorium.*
- [3] P. Cichosz, M. Kuzinovski *Sterowane i mechatroniczne narzędzia skrawające.*
- [4] SANDVIK *Modularne rozwiązania.*  
<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge/machine-tooling-solutions/tooling-considerations/pages/modular-solutions.aspx>