

# CTS i EPICS – moduły automatyzujące montaż i kontrolę jakości w produkcji amortyzatorów samochodowych

Robert Tomaszewicz

ELPLC S.A., ul. Rozwojowa 28, 33-100 Tarnów

**Streszczenie:** Rozwiązania proponowane przez kompetentnego producenta maszyn i linii, powinny być nie tylko ekonomicznie i technicznie uzasadnione ale również uniwersalne (łatwe przezbrojenie), modułowe (możliwość rozbudowy) oraz skalowalne (szybkie dostosowanie do dynamicznych potrzeb fabryki). Powstają w ten sposób innowacje odpowiadające na potrzeby klienta – redukcja przestrzeni potrzebnej na produkcję, skrócenie czasu cyklu, zwiększenie dokładności pomiaru itp. Publikacja zawiera rezultaty prac ELPLC S.A. nad projektem badawczo-rozwojowym nr POIR.01.01.01-00-1029/17-00 „Opracowanie i demonstracja modułowej linii technologicznej do montażu i testowania amortyzatorów samochodowych”. Podano kilka ogólnych informacji na temat prowadzenia projektów automatyzacji produkcji i niektórych kierunków innowacji. Opisano przykłady konkretnych modułów, jakie powstały w ramach projektu na czele z EPICS i CTS, dostosowanych do potrzeb branży samochodowej.

**Słowa kluczowe:** amortyzatory samochodowe, automatyzacja produkcji, linie montażowe, testowanie amortyzatorów, automatyczna kontrola jakości

## 1. Wprowadzenie

Inwestycja w automatyzację procesów produkcyjnych powinna być dobrze przemyślana. Konieczne jest zatem uwzględnienie szeregu czynników i kryteriów, dotyczących zarówno parametrów technicznych, jak i założeń o charakterze ekonomicznym. W aspekcie technologicznym trzeba mieć na uwadze m.in. odpowiednio wyspecyfikowany przebieg procesu, zdefiniowanie funkcjonalności systemu oraz obliczenie zakładanych parametrów technicznych dla poszczególnych operacji. Nie mniej ważne są standardy względem urządzeń techniki napędowej i sterowania, sposób pracy (automatyczny lub półautomatyczny), sposób zasilania maszyn w komponenty i odbiór wyrobów gotowych lub półproduktów, a także czasy cykli, sposób przezbrajania, integracja z otoczeniem, zasilanie w media, itd. Z kolei w odniesieniu do otoczenia biznesowego analizuje się m.in. czas zwrotu inwestycji, sposób finansowania, czas realizacji, możliwość dostosowania maszyny do zmieniających się potrzeb rynkowych [9].

Osobne zagadnienie stanowi wybór dostawcy systemu automatyki. Jego kompetencje powinny przełożyć się na właściwie dobraną koncepcję automatyzacji, oraz jej przekonwertowanie na szczegółowy projekt wielobranżowy. Wybierając kompetentnego dostawcę zyskuje się ponadto gwarancję sprawnego przebiegu realizacji projektu, jego wdrożenia, oraz wprowadzania ewentualnych zmian, wynikających ze zmieniającego się przebiegu technologicznego, który musi być dostosowany do potrzeb rynkowych [9].

Producenci na poziomie OEM (producenci samochodów) oraz Tier1 (dostawcy podzespołów) poszukują nie tylko innowacji w budowie samych amortyzatorów ale również w modernizacji ich produkcji. Dotyczy to szczególnie optymalizacji zużycia energii i materiałów oraz testowania jakości z odpowiednią precyzją.

### 1.1. Modernizacja techniki napędowej

Automatyzacja i robotyzacja produkcji nie byłaby możliwa bez techniki napędowej. Urządzenia napędowe są istotnym elementem linii i maszyn. Można je spotkać w szeregu procesów przemysłowych, takich jak transportowanie komponentów na linii produkcyjnej, różne rodzaje montażu, obróbka mechaniczna, mechaniczne testowanie funkcjonalne a także w różnego rodzaju urządzeniach pompujących, odciągających zanieczyszczenia czy wentylatorach. W czasie gdy ceny energii elektrycznej nie maleją a istotną kwestią w przemyśle jest ograniczanie szkodliwego wpływu produkcji na środowisko – znaczenia nabiera kwestia energooszczędności napędów i modernizacji procesów [5].

Według niektórych źródeł napędy elektryczne mogą odpowiadać nawet za 60–70 % zużycia energii elektrycznej w przemy-

#### Autor korespondujący:

Robert Tomaszewicz, robert.tomaszewicz@elplc.pl

#### Artykuł recenzowany

nadesłany 19.08.2024 r., przyjęty do druku 17.01.2025 r.

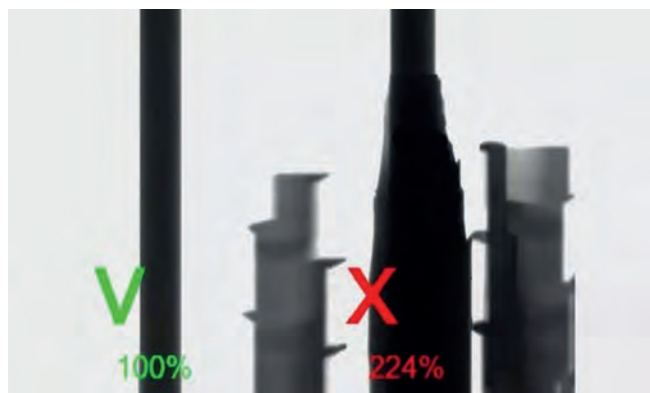


Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Int.

śle [1]. Jest więc o co walczyć jeśli chodzi o energooszczędność i innowacyjność. Przeprowadza się oceny znamionowych sprawności poszczególnych komponentów układów napędowych, takich jak np. przemienniki częstotliwości [2] i szacunki możliwych do osiągnięcia poziomów oszczędności [3]. W przemyśle stosowane są głównie urządzenia napędowe elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne. Ostatecznie urządzenia pneumatyczne czy hydrauliczne zasilane są kompresorami czy zasilaczami hydraulicznymi, których istotnym elementem jest silnik elektryczny. Same silniki elektryczne również są zróżnicowane w zależności od przeznaczenia. Silniki z magnesami trwałymi (PM) mogą zapewnić bardziej oszczędną pracę w aplikacjach ze zmianą prędkości niż typowe silniki asynchroniczne przez to, że sprawność silnika z magnesami trwałymi jest wyższa. Wśród zalet silników PM wymienia się również dużą przeciążalność momentem, szeroki zakres prędkości, dobre właściwości regulacyjne, mniejsze gabaryty (jeśli porównać z silnikami indukcyjnymi czy prądu stałego) czy zwiększoną niezawodność przez brak węzła szczotkowego. Współcześnie silniki z magnesami trwałymi dzieli się zasadniczo na dwie grupy – bezszczotkowe silniki prądu stałego (BLDC) oraz silniki synchroniczne (PMSM).

## 1.2. Automatyzacja kontroli jakości z zastosowaniem systemów wizyjnych

Automatyczna kontrola jakości, szczególnie oparta na systemach wizyjnych to częsty element linii montażowych i stacji. Automatyzacja tego procesu pozwala na powtarzalną kontrolę jakości bez potrzeby zatrzymywania linii produkcyjnej oraz wyeliminowanie błędów, które mogą wystąpić w procesie manualnym.



Rys. 1. Przykład działania automatycznego systemu wizyjnego ze wskazaniem defektu. Przykład pochodzi ze stanowiska inspekcji wizyjnej w produkcji skraplaczy klimatyzacji – pokazuje wykryte odkształcenie rurki po teście ciśnieniowym

Fig. 1. Example of the operation of an automatic vision system with defect indication. The example comes from a vision inspection station in the production of cooling systems condensers – it shows detected deformation of a tube after a pressure test

Nowoczesne systemy kontroli wizyjnej znajdują zastosowanie w aplikacjach wymagających sprawdzania poprawności takich cech jak: wymiary, poprawność montażu, właściwości powierzchni, kształt, kolor, etc. Systemy wizyjne są również wykorzystywane do weryfikacji elementów graficznych i tekstu, a także do kontrolowania obecności i położenia obiektów. Odpowiednio zaprojektowana aplikacja komputerowa, współpracująca z systemem, pozwala generować statystyki jakości z możliwością porównywania parametrów rzeczywistych ze zdefiniowanymi. System może informować o przekroczeniu założonych progów parametrów i sygnalizować konieczność wdrożenia działań zapobiegawczych lub korygujących dla procesu produkcji.

W wielu aplikacjach systemy wizyjnej kontroli jakości są sprzężone z maszynami produkcyjnymi - co pozwala na bieżące korygowanie parametrów ich pracy. Jest możliwe generowanie odpowiedniej dokumentacji na potrzeby kontroli jakości z uwzględnieniem np. wymagań norm systemowych i branżowych.

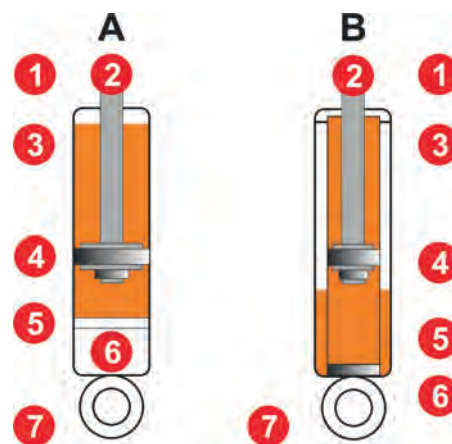
Spektrum zastosowania systemów Vision Control jest bardzo szerokie. W przemyśle motoryzacyjnym używa się ich chociażby na potrzeby dokładnego pozycjonowania części z weryfikacją swobodnego położenia we wnętrzu komponentów, z uwzględnieniem odpowiedniej tolerancji kształtów. W przemyśle maszynowym i metalowym poddaje się weryfikacji gwinty (zewnętrzne i wewnętrzne), wymiary i kształty (np. po obróbce), kolor, a także stan i strukturę powierzchni. Możliwe jest również wykrywanie defektów, np. korozji na elementach czy nieprawidłowości spoin [8].

Na linii zbudowanej w opisywanym tu projekcie, występują bramki kontroli wizyjnej weryfikujące np. gabaryty cylindra zewnętrznego amortyzatora czy też kontrolujące gwint tłoczyska.

## 1.3. O produkcji amortyzatorów

Zawieszenia współczesnych samochodów są złożonymi układami mechanicznymi z elementami tłumiącymi i sprężystymi. Amortyzatory występujące w zawieszeniach pojazdów można podzielić zasadniczo na dwie grupy z kilkoma odmianami: mono-tube oraz twin-tube.

Na rys. 2 zaznaczono główne komponenty składowe amortyzatorów dwóch podstawowych typów.



Rys. 2. Schematyczny rysunek amortyzatorów mono-tube (A) oraz twin-tube (B)

Fig. 2. Main damper types schematic drawing: mono-tube (A) and twin-tube (B)

Amortyzator mono-tube (A):	Amortyzator twin-tube (B):
cylinder	cylinder zewnętrzny
tłoczysko	tłoczysko
komora olejowa	cylinder wewnętrzny
zawór tłoka	zawór tłoka
tłok pływający	komora olejowo-gazowa
komora gazowa	zawór
element montażowy	element montażowy

Pierwszym etapem produkcji amortyzatora jest formowanie rur z arkusza stali. Pasma rozciętej stali przechodzą proces for-

mowania za pomocą wałków obrotowych i po nadaniu kształtu są automatycznie spawane.

Gotowe rury są cięte na odpowiednią długość w zależności od typu amortyzatora. Długość cięcia rury jest precyzyjnie określona w projekcie amortyzatora i różnicowana w zależności od tego, czy jest to rura ciśnieniowa czy zewnętrzna. Rura zewnętrzna zazwyczaj jest poddawana procesom dodatkowym związanym z zapewnieniem odpowiedniego interfejsu między amortyzatorem a zwrotnicą samochodu.

Przy produkcji amortyzatorów twin-tube, w rurze ciśnieniowej montowane są zawory kontrolujące wewnętrzny przepływ oleju oraz dodatkowe elementy w postaci ringów czy sprężyn w zależności od konstrukcji zaworu. Walcarka zagniata końcówkę zaworu zamykając dno rury ciśnieniowej. Rura zewnętrzna, zamykana jest pokrywą ze spawanym uchem montażowym, co stanowi tzw. układ podstawowy. Tak zmontowany podzespół można załadować otwartą częścią do góry na linię montażu finalnego, gdzie dopasowuje się i wkłada podzespół rury ciśnieniowej z tłoczyskiem. Następuje też napełnienie olejem. Ostatecznie amortyzator zostaje zamknięty przez montaż stalowego tłoka, zaworu tłoczego i prowadnicy tłoczyska z uszczelnieniem. Komponent gazowy w postaci azotu wprowadza się przed zamknięciem sztuki. Finalnie montuje się różnego rodzaju łączniki, tuleje czy kołnierze ochronne stalowe lub gumowe.

W produkcji amortyzatorów mono-tube rurę wytwarza się podobnie, jak w przypadku rury zewnętrznej twin-tube. Po zamknięciu z jednej strony i zgrzewaniu końcówki rury trafiają do myjki i następnie na linię montażu. Tam kontrolowana jest geometria, następuje napełnienie olejem, montaż tłoka pływającego i zespołu tłoczyska, testy funkcjonalne, napełnienie gazem i zamknięcie drugiej strony cylindra.

#### 1.4. Główny cel projektu i rynek docelowy

Wyniki projektu są bezpośrednio zgodne z zidentyfikowanymi potrzebami firm OEM oraz dostawców poziomu Tier 1. Główny nacisk położono na opracowanie i demonstrację hybrydowej, modułowej linii technologicznej do montażu i testowania amortyzatorów samochodowych (rys. 9), uwzględniającej różne usprawnienia procesów. Celem było zminimalizowanie całkowitego kosztu linii przez jednoczesne uwzględnienie czynników projektowych (np. modułowość, przestrzeń stacji, koszty), operacyjnych (np. czas cyklu, ograniczenia związane z kolejnością operacji, dostępność zasobów) oraz preferencji projektantów (np. złożoność zadań) [10, 11].

Dodatkowo oczekuje się, że nowe linie technologiczne zapewnią kilka ulepszeń jakościowych, takich jak zwiększona dokładność pomiaru siły tłumienia, optymalizacja procesu napełniania gazem oraz możliwość dostosowywania funkcji do zmieniających się trendów rynkowych.

## 2. CTS – tester charakterystyki amortyzatora z liniowym napędem elektrycznym

W procesie produkcji amortyzatorów istotną kwestią jest ich testowanie funkcjonalne, czyli mówiąc prosto: zasymulowanie nierówności na drodze i zaobserwowanie reakcji amortyzatorów przedstawionej w postaci odpowiedniej charakterystyki siły tłumienia. Przy próbach automatyzowania procesu testowania konieczne jest zastosowanie odpowiednich napędów, wymuszających ruch na potrzeby pomiaru zależności między amplitudą drgań a ich częstotliwością, przy uwzględnieniu różnych współczynników tłumienia. Jak pokazała praktyka Spółki większość stosowanych testerów na liniach nie może zasymulować ruchów będących odzwierciedleniem pracy amortyzatora w warunkach rzeczywistych.

Oprócz tego przy teście charakterystyki wymaga się możliwie najmniejszego błędu pomiarowego, który w standardowych aplikacjach może wynosić aż 10 %. Ponadto koniecznością jest krótki czas cyklu oraz precyzyjny pomiar przemieszczenia w dużym zakresie. Dla właściwego wykonania testu charakterystyki amortyzatora konieczne jest wykonanie pomiaru siły z określoną precyzją.

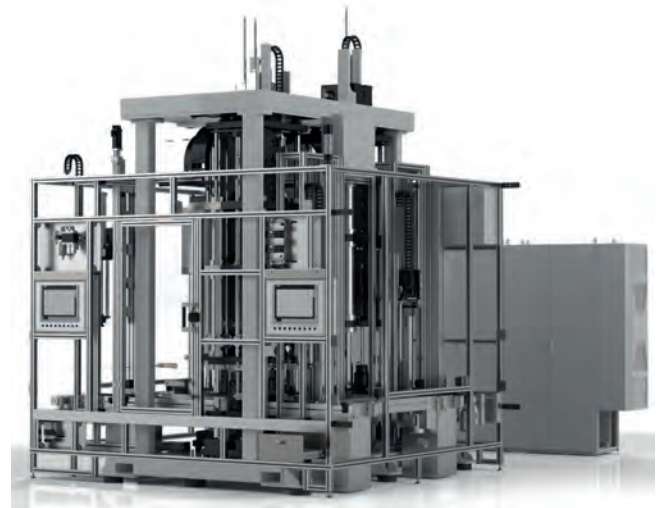
Typowe napotkane w praktyce branżowej rozwiązania rynkowe oparte są na napędzie serwo-hydraulicznym, który porusza tłoczysko amortyzatora z odpowiednią siłą. Konstrukcja napędów hydraulicznych ma swoje wady, a główną z nich jest zależność prędkości od temperatury oleju i działających obciążeń oraz duża bezwładność układu. Olej jako główny czynnik roboczy jest też bardzo wrażliwy na zanieczyszczenia, które są szkodliwe dla napędu. W zasadzie jedynym środkiem zapobiegawczym jest odpowiednio częsta wymiana oleju, co wiąże się z bardziej czasochłonną obsługą serwisową. Wielokrotne przekształcenia energii w napędzie hydraulicznym skutkują jego mniejszą sprawnością w stosunku do rozwiązań elektrycznych. Duże znaczenie ma też wzrastający z ciśnieniem poziom hałasu, wycieki czynnika roboczego oraz trudności w uzyskaniu dokładnej synchronizacji silników lub siłowników obciążanych w zróżnicowany sposób [7, 8].

Tab. 1. Porównanie CTS z typowymi testerami hydraulicznymi

Tab. 1. Comparison of CTS with typical hydraulic testers

Cecha	ELPLC	Typowo (*)
Siłownik	Liniowy napęd elektromagnetyczny	Hydrauliczny
Błąd pomiaru	1,5 %	nawet 10 %
Długość cyklu	6,8 s	7,2 s
Pomiar skoku	do 400 mm	do 350 mm
Zakres mierzonej siły	nawet $\pm 10$ kN (typowo: $\pm 6,5$ kN)	$\pm 5$ kN
Możliwość testu w wysokiej częstotliwości	TAK (16 Hz)	NIE

(\*) podane parametry odnoszą się do grupy różnych rzeczywistych pracujących maszyn napotkanych typowo u klientów w praktyce biznesowej firmy



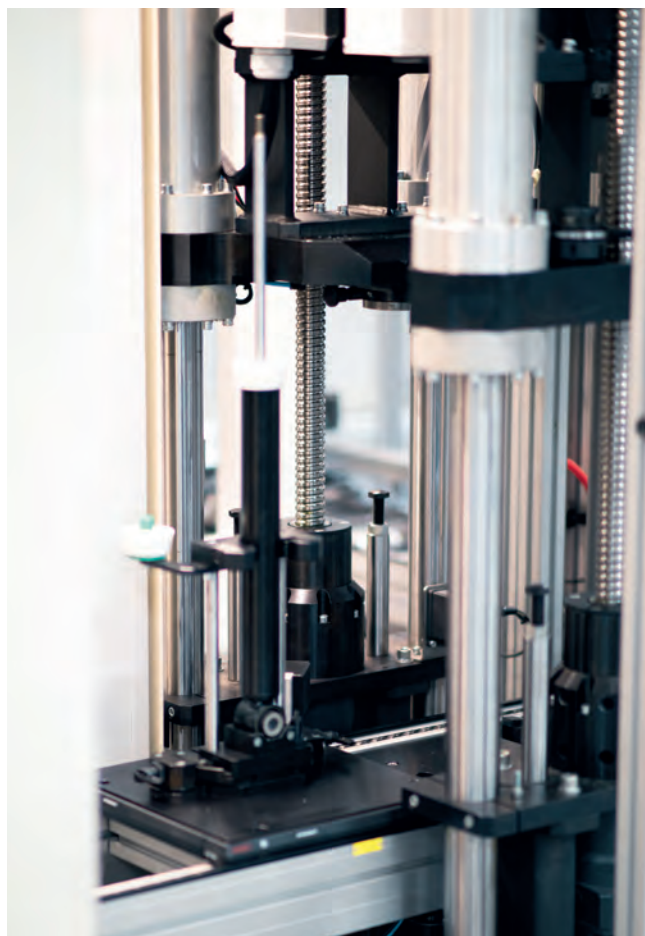
Rys. 3. Model 3D stanowiska CTS

Fig. 3. CTS station 3D model



Rys. 4. Zdjęcie CTS jako modułu 2 demonstracyjnej linii do montażu i testowania amortyzatorów

Fig. 4. CTS as module 2 of demonstration line for dampers assembling and testing



Rys. 5. CTS – narzędzie testujące

Fig. 5. CTS tooling

W module CTS, który może być integralnym elementem linii automatycznej (inline) lub występować jako autonomiczne stanowisko testujące, zdecydowano się na elektryczne silniki liniowe jako napęd wymuszający. Tym sposobem uzyskano siłę kompresji ( $F_{max}$ ) wynoszącą 6,5 kN. O wyborze silnika zadecydowała również jego prędkość maksymalna ( $V_{max}$ ) osiągająca 1,5 m/s. Parametr ten pozwolił skrócić czas cyklu testowania i osiągnąć pożądane parametry testu. Pomiar siły jest uzupełniony kontrolą przebytej drogi w jednostce czasu. Wykorzystano do tego zintegrowany indukcyjny system pomiarowy. Efektem całości jest błąd pomiarowy rzędu 1,5 %. W porównywanych rozwiązaniach typowych, bazujących na napędzie hydraulicznym błąd ten może wynosić nawet 10 %. Uzyskano również nieznaczne skrócenie czasu cyklu – 6,8 s wobec 7,2 s. Zastąpienie klasycznego napędu hydraulicznego przyniosło



Rys. 6. Cyfrowy bliźniak CTS w okularach rozszerzonej rzeczywistości z wyświetlonymi informacjami o stanie wybranego urządzenia stacji

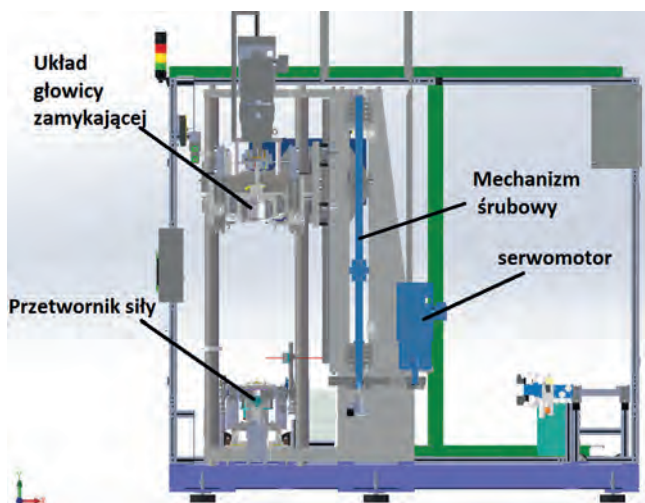
Fig. 6. Digital twin of CTS in augmented reality glasses with displayed information about the status of the selected device on station

wiele korzyści: brak dodatkowego układu zasilania olejem, brak konieczności kontrolowania temperatury, ciśnienia i zużycia oleju, duża dynamika sterowania przy dużej obciążalności. Testy częstotliwościowe przeprowadzane za pomocą CTS nie są możliwe do wykonania w systemach z napędem hydraulicznym. Zmiana techniki napędowej przyniosła w tym przypadku nie

Tab. 2. Podstawowe parametry CTS

Tab. 2. CTS main characteristics

Parametr	Wartość
Tester charakterystyki (CTS) – siła testu	od -6500 N do 6500 N
CTS – pomiar skoku amortyzatora	0–400 mm
CTS – prędkość testu	0,5–1000 mm/s
CTS – przyspieszenie maksymalne	10 g
CTS – krzywe przyspieszenia	sinus, trójkąt, trapez
CTS – częstotliwość testu	16 Hz



Rys. 7. EPICS, główne podzespoły stacji

Fig. 7. EPICS main elements

Tab. 3. Najważniejsze cechy EPICS w zestawieniu z rozwiązaniami typowymi

Tab. 3. Key features of EPICS compared to typical solutions

Podstawowe cechy	ELPLC	Typowo (*)
Napełnianie i zamykanie	jedna maszyna jeden ruch	dwie osobne maszyny: 1 – napełnianie i wstępne zamknięcie 2 – zamknięcie końcowe
Całkowity czas operacji	6,8 s	> 14 s (2 kroki)
Analiza danych (wykres siły zamykania)	pojedynczy ciągły	dwa oddzielne zbiory danych
System sterowania	National Instruments (real-time)	karta PC

(\*) podane parametry odnoszą się do grupy różnych rzeczywistych pracujących maszyn napotkanych typowo u klientów Tier1 w praktyce biznesowej Spółki

tylko energooszczędność, ale również konkretne korzyści operacyjne i jakościowe w postaci krótszego cyklu i dokładniejszego pomiaru. W demonstracyjnej modułowej linii technologicznej do montażu i testowania amortyzatorów samochodowych zrealizowanej w ramach projektu, CTS stanowi moduł 2.

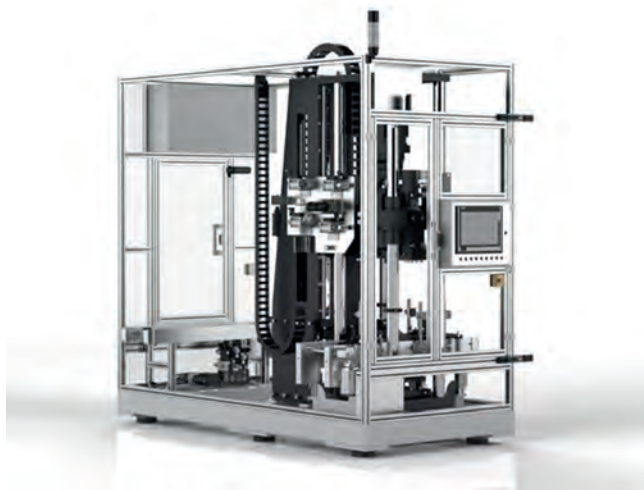
Na linii testowania także aplikację rozszerzonej rzeczywistości w zakresie tworzenia cyfrowych bliźniaków modułów linii. Aplikacja umożliwiała wyświetlanie parametrów i kierowanie czynnościami operatora wyposażonego w okulary typu AR/MR w czasie rzeczywistym.

### 3. EPICS – napełnianie azotem i zamykanie w jednym module

Amortyzator jest napełniany azotem oraz zamykany przez zaoblenie górnego fragmentu cylindra. Typowo ciśnienie gazu w amortyzatorze mieści się w przedziale do 25 bar. Praktyka produkcyjna zastana przez Spółkę u klientów Tier1 pokazała, że często ta operacja rozdzielona jest na dwie maszyny. Pierwsza z nich wykonuje napełnienie gazem i tylko wstępne uszczelnienie i zamknięcie amortyzatora. Finalne zamknięcie amortyzatora dokonywane jest dopiero na kolejnej stacji.

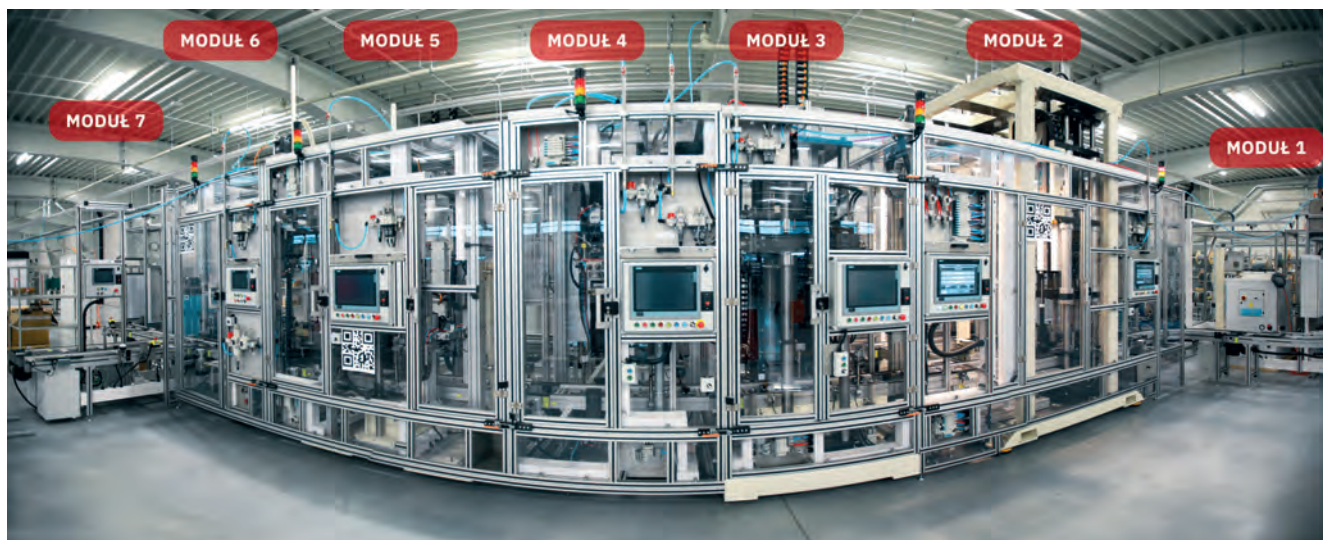
W toku realizacji projektu, Spółka zaproponowała zintegrowanie całości procesu w jednej stacji – EPICS, będącym modulem 3 linii. Tym samym ostateczne zamknięcie amortyzatora odbywa się jednocześnie z wypełnieniem gazem. Na stacji EPICS osiągane jest ciśnienie azotu w amortyzatorze do 25 bar. Zaprojektowano do tego dedykowany układ pneumatyczny utrzymujący ciśnienie gazu oraz zespół uszczelnień głowicy i cylindra. Podanie azotu pod ciśnieniem do amortyzatora dokonuje się w głowicy zamykającej. Najazd układu zamykania jest realizowany za pomocą serwonapędu. Następnie przez przekładnię napędzana jest śruba planetarna sprzężona z głowicą gazującą-walującą. Układ dojeżdża do momentu wystąpienia określonej wartości siły, a ta zależy od rodzaju (referencji) amortyzatora i jego gabarytów.

Pomiar siły walcowania jest realizowany za pomocą tensometru oporowego o zakresie 250 kN. Umożliwia pomiar sił w założonym przedziale od 45 kN do 150 kN. Przewymiarowanie przetwornika pozwala zwiększyć trwałość układu dzięki znacznemu zapasowi zakresu i odporności na znaczne nawet przekroczenia założonego przedziału.



Rys. 8. Model 3D stanowiska EPICS

Fig. 8. EPICS 3D model



Rys. 9. Panoramiczne zdjęcie gotowej linii modułowej z oznaczeniem modułów

Fig. 9. Damper assembly panoramic photo with module description

## 4. Wnioski końcowe

Opisywane w publikacji moduły stanowiły kamienie milowe projektu POIR 01.01.01.01-00-1029/17-00 „Opracowanie i demonstracja modułowej linii technologicznej do montażu i testowania amortyzatorów samochodowych”. Prace nad projektem były realizowane w ramach Działania: 1.1. Projektu B+R Przedsiębiorstw – Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. W wyniku tych prac powstała szczegółowa koncepcja, projekt oraz została zbudowana i przetestowana linia montażowa amortyzatorów.

Zestawienie wszystkich modułów linii (rys. 9) w kolejności postępu prac:

- moduł 2 – moduł wciskania prowadnicy tłoczyska amortyzatora zintegrowany z modułem kontroli charakterystyki tłumienia amortyzatora (CTS),
- moduł 3 – moduł napełniania azotem i zamykania amortyzatora przez walcowanie (EPICS),
- moduł 4 – moduł pomiaru siły generowanej przez azot w amortyzatorze oraz kontroli długości,
- moduł 5 – moduł wciskania nakładki ślizgowej oraz kontroli jakości gwintu,
- moduł 1 – moduł początkowy składający się ze stacji załadunkowej i napełniania amortyzatora olejem,
- moduł 6 – moduł drukowania i naklejania etykiety,
- moduł 7 – stacja kontroli wybranych wymiarów amortyzatora.

Zaprojektowana i zbudowana linia technologiczna posiada założone parametry obejmujące szeroką grupę produkowanych na świecie typowych amortyzatorów. Po ukończeniu prac projektowych, montażowych i programistycznych przystąpiono do uruchomienia linii. Został przeprowadzony testowy przejazd komponentów na każdy z modułów i ich weryfikacja po procesie oraz ustawienie wartości referencyjnych. W wyniku walidacji wszystkich stacji i znajdujących się na nich komponentów w trakcie testu wykazano ponownie, że linia technologiczna spełnia założone cele. Do pełnej obsługi linii wymaganych jest tylko dwóch operatorów – na stacji załadunku (moduł 1) oraz rozładunku (moduł 7).

Warto zaznaczyć, że tak jak większość linii produkowanych w firmie, również ta jest w pełni przystosowana do pracy z TOMAI Factory System. Jest to system typu smart factory,

opracowany przez zespół inżynierski Spółki. Zapewnia pełne traceability, serializację produkcji oraz służy jako skalowalne narzędzie do monitorowania i kontrolowania procesów produkcyjnych w fabryce. Zbiera, przechowuje i analizuje dane pochodzące z procesów produkcyjnych w celu dostarczenia użytecznych informacji o wąskich gardłach, najczęstszych awariach, możliwych optymalizacjach OEE czy zużyciu zasobów produkcyjnych. Podstawowe funkcjonalności systemu zebrano w czterech modułach: zbierania danych, podglądu stanu linii, diagnostyki i analizy danych historycznych, analizy efektywności i awarii.

## Podziękowania

Prace nad projektem były realizowane przez ELPLC S.A. zgodnie z planem, w okresie od 1 lipca 2018 r. do 29 stycznia 2021 r. W wyniku prac powstała szczegółowa koncepcja, projekt oraz została zbudowana i przetestowana linia montażowa amortyzatorów, składająca się m.in. z modułów opisanych w publikacji. Projekt otrzymał dofinansowanie w ramach Programu Innowacyjny Rozwój 2014–2020.

## Bibliografia

1. Brenning G., Weber R., *Skuteczne zwiększanie efektywności energetycznej w technice napędowej*, WP040007PL, Eaton, Marzec 2021.
2. Szymczyk J., *Podręcznik do samooceny zużycia energii dla małych i średnich przedsiębiorstw*, KAPE. 2020, ISBN: 978-83-932908-1-9.
3. Liszka Sz., Zieliński T., *Energooszczędne silniki elektryczne niskiego napięcia*, FEWE, Katowice 2009.
4. Rozporządzenie (UE) 2019/1781 w sprawie silników elektrycznych i układów bezstopniowej regulacji.
5. Żabicki D., Juszczyk B., *Ekomaszyny (2) – energooszczędna technika napędowa*, elplc.com.
6. Lipski J., *Napędy i sterowania hydrauliczne*, WKŁ 1981.
7. Garbacik A., *Studium projektowania układów hydraulicznych*, Ossolineum 1997.
8. Żabicki D., *Dlaczego warto zautomatyzować proces kontroli jakości?*, elplc.com.

9. Żabicki D., *Jak wybrać dostawcę automatyki*, elplc.com.
10. Rihar L., Žužek T., Kušar J., *How to successfully introduce concurrent engineering into new product development?*, “Concurrent Engineering”, Vol. 29, No. 2, 2020, 87–101, DOI: 10.1177/1063293X20967929.
11. Nag Kumar M., *Significance of concurrent engineering methods used in automotive industries*, “International Journal of Scientific Research in Engineering and Management”, Vol. 7, No. 3, 2023, DOI: 10.55041/IJSREM18461.

## CTS and EPICS – Modules for Automating the Assembly and Quality Control in the Production of Automotive Dampers

**Abstract:** Solutions proposed by a competent manufacturer of machines and lines should not only be economically and technically reasonable but also universal (easy retooling), modular (expandable) and scalable (quick adaptation to the dynamic needs of the factory). This creates innovations that respond to the customer’s needs – reducing the space needed for production, shortening the cycle time, increasing measurement accuracy, etc. The publication is based on the results of ELPLC S.A.’s work on R&D project no. POIR.01.01.01-00-1029/17-00 “Development and demonstration of a modular technological line for the assembly and testing of automotive dampers”. Some general information on the implementation of production automation projects and some directions of innovation are provided. Examples of specific modules developed within the project, led by EPICS and CTS, adapted to the needs of the automotive industry, are described. The work on the project was carried out by ELPLC S.A. according to plan, in the period from July 1, 2018 to January 29, 2021. As a result of these work, a detailed concept, design, and assembly line for dampers was created and tested, consisting the modules described in this article. The project received funding under the Innovative Development Program 2014–2020.

**Keywords:** automotive dampers, production automation, assembly lines, dampers testing, automatic quality control

### mgr Robert Tomaszewicz, MBA

Robert Tomaszewicz, robert.tomaszewicz@elplc.pl  
ORCID: 0009-0000-0379-9127



Przedsiębiorca, ekspert w dziedzinie automatyzacji, robotyzacji i cyfryzacji przemysłu, absolwent MWSE w Tarnowie oraz MBA in General Management, Corporate Management – Krakowskiej Szkoły Biznesu UEK. Pracuje i angażuje się na rzecz nowoczesnego przemysłu i edukacji technicznej w Polsce. Członek grupy roboczej ds. automatyzacji i robotyki procesów technologicznych w Departamencie Innowacji i Polityki Przemysłowej Ministerstwa Rozwoju i Technologii, ekspert ds. opracowania Koncepcji Rozwoju Kraju do 2050 r. w Ministerstwie Funduszy i Polityki Regionalnej, Wiceprzewodniczący Małopolskiej Regionalnej Rady Przemysłu Przyszłości, członek Instytutu Rozwoju Miast i Regionów oraz grupy roboczej ds. małopolskich inteligentnych specjalizacji. Swoją obecnością i aktywnością w wielu gremiach branżowych i eksperckich pokazuje, że innowacje i podążanie w kierunku Przemysłu 4.0 to nieodzowny element stabilnej przyszłości. Fundator Inkubatora Przemysłu Przyszłości. Założyciel i Prezes Zarządu ELPLC S.A.