2.3. MECHATRONIKA

Regulator Watta do maszyny parowej (tab. 2.1) jest przykładem urządzenia, w którym funkcje ustawiania wartości zadanej, pomiaru wielkości regulowanej i porównania jej z wartością zadaną (przetwarzanie informacji) oraz sterowanie są realizowane w całości na drodze mechanicznej. Urządzenia mechaniczne, które mają znaczną ilość części ruchomych są kosztowne i kłopotliwe w eksploatacji, a wzrost liczby części mechanicznych pogarsza ich niezawodność.

Tabela 2.1

Wybrane przykłady konstrukcji technicznych i standardów [12], [38], [48]

III w. p.n.e.	stabilizacja poziomu cieczy w zegarze wodnym, Ktesibos stabilizacja poziomu cieczy w lampie oliwnej, Philon
XVII w. n.e.	ciśnieniowy zawór bezpieczeństwa, Papin 1681
XVIII w. n.e.	regulator obrotów wiatraka, Lee 1745

	maszyna parowa, Watt 1765 regulator Watta, 1769
XIX w. n.e.	sterowanie maszyną tkacką, Jacquard, 1805 generator elektryczny prądu zmiennego, Pixii, 1832 telegraf elektromagnetyczny, Morse, 1837 silnik spalinowy, Lenoir, 1860 silnik elektryczny, 1870 tłumienie drgań pomieszczeń na statku, Bessemer, 1874 elektryczne napędy: transport i przemysł, Siemens, 1879 koncepcja regulatora PID dla statku, Minorskij, 1885 silnik prądu zmiennego, Tesla, 1889
1920 ...	pompy elektryczne elektryczna maszyna do pisania wzmacniacze elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne regulator PI, 1930 turbiny parowe samolot braci Wright, 1903 komputer Mark I Colossus, Anglia, 1943 tranzystor (1948), tyrystor, 1955
1959-70	sterowanie komputerowe procesem polimeryzacji w TEXACO Port Artur, USA, 1959 laser, Maiman 1960 sterowanie komputerem Ferranti Argus w ICI, Anglia, 1962 modułowy minikomputer do sterowania, MODICON 084, 1969
1970 ...	mikrokomputer, 1971 cyfrowe sterowanie rozproszone, 1975 Intel8080 w sterowniku produkcji Alan Bradley, USA, 1977 mikrosterownik, 1978 komputer IBM PC, 1979
1985 ...	systemy mechatroniczne z synergią roboty mobilne systemy hamowania ABS grafika komputerowa, systemy CAD/CAM, CAE
1990 ...	standard IEC1131: model programowy, komunikacyjny oraz programowanie w językach tekstowych i graficznych, 1993 OPC (*OLE for Process Control*) standard mechanizmu komunikacji pomiędzy źródłami danych w systemach wytwarzania, 1997

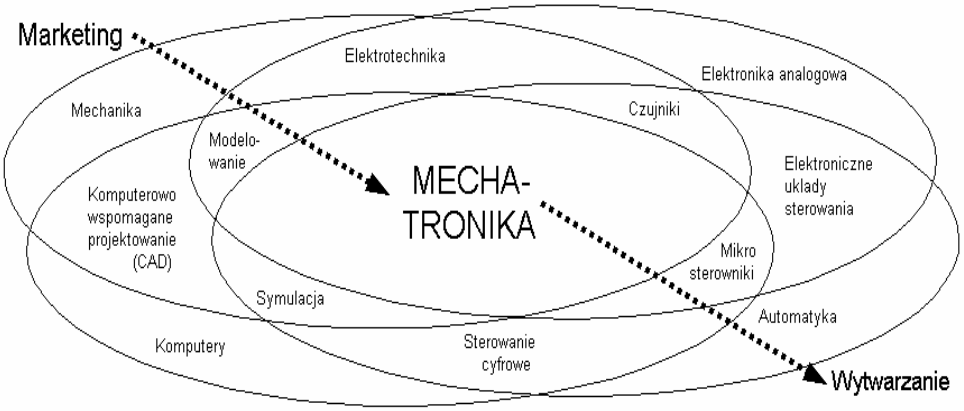
Alternatywą dla takich urządzeń są systemy mechatroniczne, w których przetwarzanie informacji i sterowanie jest realizowane przez układy elektroniczne i mikroprocesory. Słowo *mechatronika* powstało z połączenia części słów angielskich ***MECHA****nism* i *elec****TRONICS***. Za datę powstania słowa *mechatronika* można przyjąć rok 1969, gdy w firmie Yasakawa Electronic z Japonii wszczęto

starania o uzyskanie międzynarodowej ochrony dla nazwy *mechatronics* jako znaku towarowego (z ochrony tej nazwy zrezygnowano w roku 1982 [12]). W Europie pierwsze wykłady na temat „projektowania złożonych systemów" (nazwy mechatronika jeszcze nie używano) prowadzono już w latach siedemdziesiątych w Szwecji [50].

Pod koniec lat siedemdziesiątych XX w. dokonano w Japonii klasyfikacji urządzeń mechatronicznych na 4 grupy różniące się stopniem integracji podsystemów elektronicznych i mikroprocesowych z mechaniką:

1) urządzenia mechaniczne uzupełnione o układy elektroniczne dla poprawy ich funkcjonalności,
2) znaczna poprawa funkcjonalności urządzeń mechanicznych (np. maszyny szwalniczej) uzyskana przez wbudowane układów elektronicznych, ale bez zmiany ich tradycyjnego, mechanicznego interfejsu,
3) całkowite zastąpienie mechanizmów wewnętrznych urządzenia przez układ elektroniczny (np. zegarek cyfrowy),
4) synergiczna integracja elementów mechanicznych i elektronicznych (w tym sterowania) w nowych jakościowo urządzeniach (np. kserokopiarka). Synergia to współdziałanie kilku czynników dające łączny efekt skuteczniejszy niż suma ich oddzielnych działań.

Obecnie przeważa opinia, że urządzenia mechatroniczne powinny w pełni spełniać warunki podane w punkcie (4). Oznacza to, że **mechatronika jest to synergiczna integracja mechaniki, elektroniki, automatyki i informatyki w procesie projektowania i wytwarzania produktów** [153].



Rysunek 2.3-1. Mechatronika to synergiczna integracja wielu obszarów wiedzy

Mechatronika jest też trendem w interdyscyplinarnym podejściu do procesu projektowania, który rozpoczął się wiele lat temu (tabela 2.1) i ze względu na

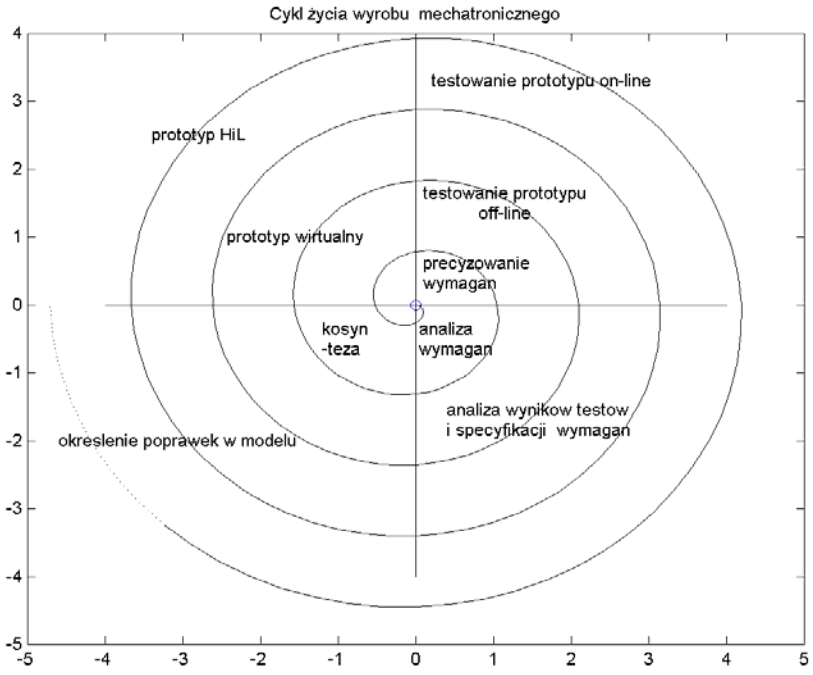
żądania rynku rozwinął się dynamicznie w latach osiemdziesiątych [153]. W tym okresie Japonia oraz Stany Zjednoczone stanowiły dwa przodujące kraje w dziedzinie zastosowań mechatroniki. Wykorzystanie zaawansowanych technologii i nowatorskie podejście w określeniu funkcji nowego wyrobu może istotnie zwiększyć szansę sukcesu na rynku, ale wymaga interdyscyplinarnego podejścia przy projektowaniu wyrobu i opracowaniu technologii jego produkcji. Pojawienie się łatwo dostępnych i tanich mikroprocesorów było istotnym warunkiem ich zastosowanie na szeroką skalę zarówno w urządzeniach przemysłowych, jak i w wyrobach mechatronicznych powszechnego użytku (magnetowidy kasetowe, odtwarzacze CD, pralki „fuzzy" z mikroprocesorowym programatorem).

Autor, jako główny wykonawca, brał udział w realizacji w Katedrze Robotyki i Dynamiki Maszyn AGH projektu badawczego nr 7T07B 01414 pt. „Opracowanie metodyki syntezy sterowania elastycznym ramieniem robota – podejście mechatroniczne". Opracowano tam technologie syntezy sterowania układami mechatronicznymi w oparciu o komputerowe wspomaganie procesu projektowania. Poprawność i przydatność tego podejścia była testowana na przykładach takich urządzeń, jak roboty, układy napędowe i układy aktywnej redukcji drgań. Wyniki tych prac, wraz z przykładami, opublikowano w [152].

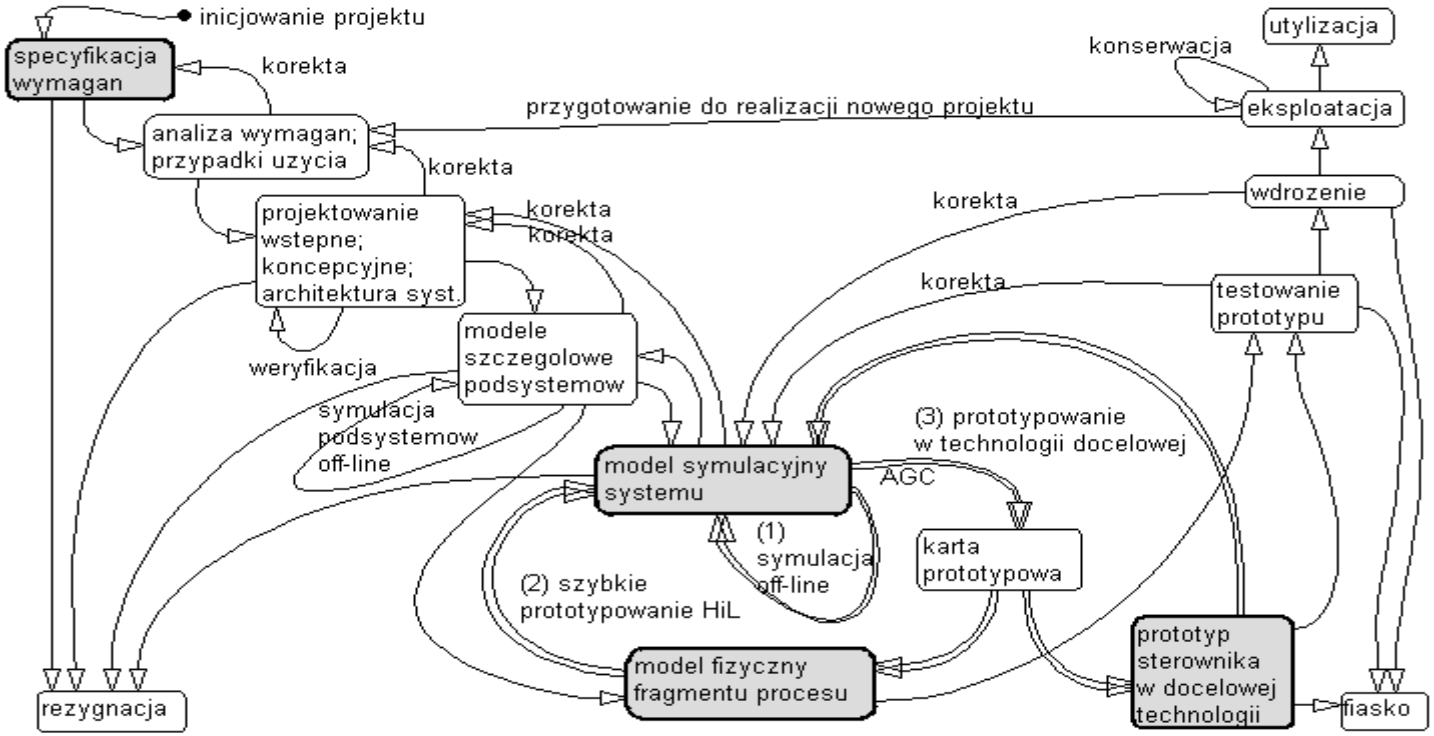
3.2. MECHATRONICZNE PODEJŚCIE DO PROJEKTOWANIA WYROBÓW

Istotą mechatroniki jest interdyscyplinarne podejście do projektowania już na etapie przygotowania specyfikacji wymagań wyrobu. Te działania są wspierane przez wykorzystanie odpowiedniego oprogramowania, w tym narzędzi CAD/CAM, CAE i CASE (*computer aided system engineering*). Narzędzia CASE istotnie zwiększają efektywność i produktywność projektantów, pozwalając na odpowiednią organizację pracy zespołowej i skrócenie czasu tworzenia końcowego produktu. Ułatwiają też wprowadzenie sterowania jakością oraz identyfikację odpowiedzialności, zgodnie z normami ISO 9000.

System komputerowego wspomagania projektowania w projektowaniu mechatronicznym musi uwzględniać wszystkie etapy procesu projektowania, interdyscyplinarność konstrukcji, jak również powinien szczególną wagę przykładać do procesu budowy i badania wirtualnego prototypu.



Rysunek 3.2-1. Model spiralny cyklu życia: promień spirali obrazuje stały wzrost kosztów realizacji projektu



Rysunek 3.2-2. Mechatroniczne podejście do prototypowania jako fragment cyklu życia wyrobu