

Spis treści

Ważniejsze oznaczenia	7
1. Rys historyczny broni jako różnych typów wyrzutni od czasów prehistorycznych do współczesności w ujęciu systemowym	11
1.1. Broń miotana - od rzutu ręką do procy (<i>K. Kluszczyński</i>)	11
1.2. Broń miotana z magazynem energii mechanicznej (<i>K. Kluszczyński</i>)	17
1.3. Broń z magazynem energii w postaci sprężonego powietrza - broń pneumatyczna (<i>K. Kluszczyński</i>)	21
1.4. Broń palna z chemicznym magazynem energii - od działa i hakownicy do artylerii i broni maszynowej (<i>K. Kluszczyński</i>)	24
1.5. Broń z chemicznym magazynem energii rozładowywanym w sposób ciągły - rakiety (<i>K. Kluszczyński</i>)	26
1.6. Wyrzutnie elektromagnetyczne (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	27
1.7. Przegląd możliwych zastosowań wyrzutni elektromagnetycznych (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	31
2. Podstawy działania wyrzutni elektromagnetycznych	35
2.1. Zasady działania wyrzutni elektromagnetycznych jednomodułowych (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	35
2.2. Struktura wielomodułowej wyrzutni jednorodnej oraz wyrzutni hybrydowej (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	38
2.3. Trójmodułowa wyrzutnia typu PCR jako reprezentatywny przykład wyrzutni hybrydowej - struktura oraz elementy składowe (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	41
3. Kompleksowy model matematyczny wyrzutni hybrydowej typu PCR oraz modele symulacyjne jego poszczególnych modułów w środowisku LabVIEW	45
3.1. Uwagi wstępne (<i>T. Makowski</i>)	45
3.2. Model matematyczny modułu pneumatycznego oraz jego implementacja w środowisku LabVIEW (<i>T. Makowski</i>)	45
3.2.1. Charakterystyka modelu modułu pneumatycznego z matematycznego punktu widzenia	45
3.2.2. Implementacja modelu modułu pneumatycznego w środowisku LabVIEW oraz badania symulacyjne	48
3.2.3. Parametryczne badania symulacyjne prędkości pocisku w funkcji ciśnienia początkowego gazu PQ w pętli iteracyjnej z zadaniem krokiem	52
3.3. Model matematyczny modułu cewkowego oraz jego implementacja	

w środowisku LabVIEW (<i>T. Makowski</i>)	55
3.3.1. Charakterystyka modelu modułu cewkowego z matematycznego punktu widzenia	55
3.3.2. Implementacja modelu modułu cewkowego w środowisku LabVIEW oraz badania symulacyjne	59
3.3.3. Parametryczne badania symulacyjne prędkości pocisku w funkcji napięcia początkowego U_Q w pętli iteracyjnej z zadaniem krokiem	64
3.4. Model matematyczny modułu szynowego oraz jego implementacja w środowisku LabVIEW (<i>T. Makowski</i>)	67
3.4.1. Charakterystyka modelu modułu szynowego z matematycznego punktu widzenia	67
3.4.2. Implementacja modelu modułu szynowego w środowisku LabVIEW	70
3.4.3 Parametryczne badania symulacyjne prędkości pocisku w funkcji napięcia początkowego U_0^R w pętli iteracyjnej z zadaniem krokiem	76
3.5. Kompleksowy model matematyczny wyrzutni hybrydowej typu PCR w środowisku LabVIEW - opis działania, schemat blokowy i wizualizacja wyników (<i>T. Makowski, K. Kluszczyński</i>)	79
4. Drzewa sterowań dla wyrzutni hybrydowych typu PCR	87
4.1. Koncepcja gałęzi sterowania i drzewa sterowań (<i>T. Makowski</i>)	87
4.2. Klasyfikacja różnych wariantów drzew sterowań i ich reprezentacja graficzna (<i>T. Makowski</i>)	98
4.3. Poszerzenie okna kompleksowego modelu matematycznego wyrzutni hybrydowej o drzewa sterowań i zastępcze wartości przyspieszeń pocisku (<i>T. Makowski</i>)	102
4.4. Klasyfikacja możliwych wariantów połączeń modułów napędowych - rekonfigurowalny model matematyczny wyrzutni hybrydowej (<i>T. Makowski</i>)	107
5. Analiza współdziałania modułów napędowych o różnych zasadach działania na przykładzie trójmodułowej wyrzutni hybrydowej typu PCR	113
5.1. Wyrzutnia hybrydowa jako obiekt sterowania o trzech zmiennych sterujących (<i>T. Makowski</i>)	113
5.2. Praca wyrzutni hybrydowej w trybie nominalnym W-N oraz w trybie zredukowanym W-R (<i>T. Makowski</i>)	114
5.3. Charakterystyki sterowania dla pojedynczych modułów napędowych (<i>T. Makowski</i>)	116
5.4. Charakterystyka sterowania trójmodułowej wyrzutni hybrydowej względem jednej wybranej zmiennej sterującej (<i>T. Makowski</i>)	119
5.5. Charakterystyka sterowania trójmodułowej wyrzutni hybrydowej względem dwóch wybranych zmiennych sterujących (<i>T. Makowski</i>)	129
5.6. Udział poszczególnych modułów w procesie rozpędzania pocisku (<i>T. Makowski</i>)	131

6. Wpływ prędkości początkowej pocisku na pracę modułów cewkowego i szynowego - praca wyrzutni w trybie zrównoważonym W-Z	135
6.1. Wpływ prędkości początkowej pocisku na pracę modułu cewkowego (<i>T. Makowski</i>)	135
6.2. Wpływ prędkości początkowej pocisku na pracę modułu szynowego (<i>T. Makowski</i>)	140
6.3. Praca trójmodułowej wyrzutni hybrydowej typu PCR w trybie zrównoważonym W-Z (<i>T. Makowski</i>)	141
7. Analiza porównawcza różnych konfiguracji wyrzutni hybrydowych	143
7.1. Możliwe efekty współdziałania modułów zintegrowanych w ramach trójmodułowej wyrzutni hybrydowej (<i>T. Makowski</i>)	143
7.2. Analiza porównawcza różnych konfiguracji wyrzutni hybrydowych z punktu widzenia maksymalnej prędkości pocisku i przy różnych trybach pracy (<i>T. Makowski</i>)	148
8. Podsumowanie (<i>K. Kluszczyński</i>)	153
Literatura	155
Streszczenie	161
Summary	161
Zusammenfassung	162

Oprac. BPK