

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 (K. Kluszczyński)	11
1.2. Broń miotana z magazynem energii mechanicznej (K. Kluszczyński) ...	17
1.3. Broń z magazynem energii w postaci sprężonego powietrza – broń pneumatyczna (K. Kluszczyński)	21
1.4. Broń palna z chemicznym magazynem energii – od działa i hakownicy do artylerii i broni maszynowej (K. Kluszczyński).....	24
1.5. Broń z chemicznym magazynem energii rozładowywanym w sposób ciągły – rakiety (K. Kluszczyński)	26
1.6. Wyrzutnie elektromagnetyczne (T. Makowski, K. Kluszczyński).....	27
1.7. Przegląd możliwych zastosowań wyrzutni elektromagnetycznych (T. Makowski, K. Kluszczyński).....	31
2. Podstawy działania wyrzutni elektromagnetycznych	35
2.1. Zasady działania wyrzutni elektromagnetycznych jednomodułowych (T. Makowski, K. Kluszczyński)	35
2.2. Struktura wielomodułowej wyrzutni jednorodnej oraz wyrzutni hybrydowej (T. Makowski, K. Kluszczyński)	38
2.3. Trójmodułowa wyrzutnia typu PCR jako reprezentatywny przykład wyrzutni hybrydowej – struktura oraz elementy składowe (T. Makowski, K. Kluszczyński).....	41
3. Kompleksowy model matematyczny wyrzutni hybrydowej typu PCR oraz modele symulacyjne jego poszczególnych modułów w środowisku LabVIEW	45
3.1. Uwagi wstępne (T. Makowski)	45
3.2. Model matematyczny modułu pneumatycznego oraz jego implementacja w środowisku LabVIEW (T. Makowski).....	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 P_0 w pętli iteracyjnej z zadany krokem	52

3.3. Model matematyczny modułu cewkowego oraz jego implementacja w środowisku LabVIEW (T. Makowski).....	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_0^C w pętli iteracyjnej z zadaniem krokiem	64
3.4. Model matematyczny modułu szynowego oraz jego implementacja w środowisku LabVIEW (T. Makowski).....	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 (T. Makowski, K. Kluszczyński)	79
4. Drzewa sterowań dla wyrzutni hybrydowych typu PCR.....	87
4.1. Koncepcja gałęzi sterowania i drzewa sterowań (T. Makowski).....	87
4.2. Klasyfikacja różnych wariantów drzew sterowań i ich reprezentacja graficzna (T. Makowski).....	98
4.3. Poszerzenie okna kompleksowego modelu matematycznego wyrzutni hybrydowej o drzewa sterowań i zastępcze wartości przyspieszeń pocisku (T. Makowski)	102
4.4. Klasyfikacja możliwych wariantów połączeń modułów napędowych – rekonfigurowalny model matematyczny wyrzutni hybrydowej (T. Makowski).....	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 (T. Makowski)	113
5.2. Praca wyrzutni hybrydowej w trybie nominalnym W-N oraz w trybie zredukowanym W-R (T. Makowski).....	114
5.3. Charakterystyki sterowania dla pojedynczych modułów napędowych (T. Makowski).....	116

5.4. Charakterystyka sterowania trójmodułowej wyrzutni hybrydowej względem jednej wybranej zmiennej sterującej (T. Makowski).....	119
5.5. Charakterystyka sterowania trójmodułowej wyrzutni hybrydowej względem dwóch wybranych zmiennych sterujących (T. Makowski)....	129
5.6. Udział poszczególnych modułów w procesie rozpędzania pocisku (T. Makowski).....	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 (T. Makowski).....	135
6.2. Wpływ prędkości początkowej pocisku na pracę modułu szynowego (T. Makowski).....	140
6.3. Praca trójmodułowej wyrzutni hybrydowej typu PCR w trybie zrównoważonym W-Z (T. Makowski).....	141
7. Analiza porównawcza różnych konfiguracji wyrzutni hybrydowych.....	143
7.1. Możliwe efekty współdziałania modułów zintegrowanych w ramach trójmodułowej wyrzutni hybrydowej (T. Makowski).....	143
7.2. Analiza porównawcza różnych konfiguracji wyrzutni hybrydowych z punktu widzenia maksymalnej prędkości pocisku i przy różnych trybach pracy (T. Makowski).....	148
8. Podsumowanie (K. Kluszczyński)	153
Literatura.....	155
Streszczenie.....	161
Summary	161
Zusammenfassung.....	162