

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

074

A

Główny wykonawca

mgr inż. Jerzy Marasimowicz

Wykonawcy

mgr inż. Stefan Kosztowski

Konsultant

doc. dr inż. Jacek Korytkowski

Nr zlecenia

U.23.02.01.A

Hybrydowe elementy mikroelektroniczne
analogowe dla zastosowań w wersji
systemu INTELEKTRAN-H.
Założenia techniczno-ekonomiczne
tematu: "Wykonanie hybrydowe
wybranych modułów systemu
INTELEKTRAN-II".

Zleceniodawca

Problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 1.12.81

Kierownik zespołu

doc. dr inż. J. Korytkowski

p.o. z-ca dyr. d/s Automatyki

dr inż. T. Gałązka

zakończono dnia 15.01.82

Kierownik Ośrodka

prof. dr inż. T. Miśkiewicz

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 12

Egz. 1 B0INTE

rysunków

Egz. 2 MERA-ELWRO

fotografii

Egz. 3 IKSAIP

tabel

Egz. 4 OAE

tablic

Egz. 5 OAE

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 4769

Analiza deskrypcyjowa

UKŁADY SCALONE HYBRYDOWE. ZASTOSOWANIA.
SYSTEM INTELEKTRAN. ZAŁOŻENIA.

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera krótkie omówienie stanu techniki oraz rozważa aspekty techniczne i ekonomiczne zastosowań układów scalonych hybrydowych dla elektronicznego systemu automatyki INTELEKTRAN-H. Podaje parametry techniczne modułów systemu których hybrydyzacja jest celowa oraz proponuje harmonogram realizacji całego opracowania.

Tytuły poprzednich sprawozdań

62-50 Technologia i praktyka techn. nag i ster.

UKD

MEFA-PIAP/TW 331/78 5000

Założenia techniczno-ekonomiczne tematu:
"Wykonanie hybrydowe wybranych modułów
systemu INTELEKTRAN-H"

1. Wstęp

Analiza stanu produkcji światowej w zakresie sprzętu automatyki elektrycznej oraz przewidywany poziom produkcji w kraju elektronicznych urządzeń automatyki o coraz lepszych parametrach niezawodnościowych stwarza potrzebę stosowania przez wytwórcę opłacalnej i nowoczesnej technologii produkcji tych urządzeń odpowiadającej postępowi w dziedzinie podzespołów elektronicznych.

Pojawienie się na rynku krajowym hybrydowych układów mikroelektronicznych, których rozwiązania oparte są na technologii cienkowarstwowej z zastosowaniem monolitycznych elementów nieobudowanych daje możliwość wprowadzania tych układów do urządzeń automatyki. Producent tych układów OBREUS Toruń przygotowuje produkcję układów specjalizowanych:

1. Wzmacniacz sumujący AW-1 /prototypy 12.81/
2. Źródło napięcia wzorcowego AU-1 /prototypy 12.81/
3. Układ nieliniowy funkcji półtrapezowych AN-1 /prototypy 12.82/
4. Układ mnożąco-dzielący AM-1 /prototypy 12.82/
5. Separator AS-1 /prototypy 11.83/
6. Układ stabilizatora podwójnego AZ-1 /prototypy 11.83/
7. Układ przetwornicy zasilającej AZ-2 /prototypy 11.83/.

Zastosowanie układów hybrydowych jest zasadne szczególnie w przypadku urządzeń automatyki, które są produkowane w dłuższych seriach a ich stopień hybrydyzacji układowej jest procentowo wysoki. Stan techniki, aspekt techniczny i ekonomiczny tego zagadnienia zostanie omówiony w odniesieniu do wybranych urządzeń modułowego systemu INTELEKTRAN-S.

2. Stan techniki w zakresie zastosowań elementów hybrydowych w urządzeniach systemowych automatyki analogowej.

Informacje dotyczące układów hybrydowych stosowanych w urządzeniach automatyki analogowej są fragmentaryczne niemniej potwierdzają trend, wykorzystywania takich zunifikowanych układów w tych przypadkach w których istnieje ich duża częstotliwość występowania a potrzeby ilościowe są znaczne.

W regulacyjnym systemie modułowym MODIN produkowanych w CSRS zastosowano układy mikroelektroniczne drabinki rezystorów precyzyjnych oraz typowy układ mikroelektroniczny kompensacji częstotliwościowej wzmacniacza operacyjnego.

W systemie modułowym URSAMAR 4000 - NRD wprowadzono dwa układy mikroelektroniczne: wzmacniacze sumujące typ 81-21 oraz sygnalizator wartości granicznych typ 81-22.

W systemie regulacyjnym AKESR - ZSRR zastosowano cały szereg elementów mikroelektronicznych między innymi:

- sumator dwukanałowy K8A3IH2
- przetwórnik U/I K8A3IH2
- modulator PWM K8A3IH2
- demodulator PWM K8A3DI1
- wzmacniacz błędu K8A3IH1

Firma Siemens w systemach analogowych III generacji w celu podwyższenia niezawodności zastosowała zminiifikowane elementy hybrydowe bądź scalone. I tak w systemie TELEPERM C oraz SIMADIN C zastosowano w modułach ~~scalonych~~ mnożaco-dzielących scalone elementy mnożące. Moduły mnożaco-dzielące systemu TRANSIDYN B zostały wykonane w oparciu o hybrydowe elementy mnożące typ arb-K3V125 oraz typ arb-K3V126. W systemie TELEPERM C zastosowano powszechnie hybrydowy stabilizator napięcia zasilającego.

Czołowe firmy amerykańskie: Burr-Brown, Analog Devices produkują układy hybrydowe lub scalone mnożaco-dzielące, układy nieliniowe oraz układy separacji galwanicznej, które z uwagi na parametry techniczne mają zastosowanie w modułach funkcjonalnych systemów automatyki analogowej.

3. Aspekt techniczny

Zastosowanie układów hybrydowych w modułach systemu INTELEKTRAN-S powinno przynieść następujące korzyści:

- zmniejszyć asortyment podzespołów wchodzących w skład modułów
- podwyższyć niezawodność modułów
- polepszyć serwisowość modułów
- ułatwić produkcję.

Zmniejszanie asortymentu podzespołów elektronicznych rozpatrzono na wybranych modułach a wyniki zilustrowano w poniższej tabeli.

Typ modułu	Ilość podzespołów		Efekty w postaci zmniejszenia:	
	wykonanie dyskretnie	wykonanie hybrydowe	1. podzespołów; 2. rezystorów; 3. wzm. op.; 4. źródła nap. odnie.	
1	2	3	4	
ABI-417.	82 w tym 1 hybr.	25 w tym 5 hyb.	1. 70%; 3. 100%;	2. 100% 4. 100%
ABF-419	50 w tym 1 hyb.	25 w tym 7 hyb.	1. 63%; 3. 100%;	2. 90% 4. 100%
ADA-424	74 w tym 1. hyb.	ok. 40 w tym 3 hyb.	1. 40%; 3. 100%;	2. 100% 4. 100%
ABS-416	31 w tym 1 hyb.	ok. 16 w tym 1 hyb.	1. 53%; 3. 100%;	2. 75% 4. -
ASS-441	125 w tym 1 hyb.	ok. 30 w tym 3 hyb.	1. 78%; 3. 100%;	2. 100% 4. 100%
ASS-442	95 w tym 1 hyb.	ok. 10 w tym 3 hyb.	1. 90%; 3. 100%;	2. 100% 4. 100%
ARF-458	49 w tym 1 hyb.	ok. 20 w tym 3 hyb.	1. 25%; 3. 50%;	2. 100% 4. -
ABU-411	95 w tym 1 hyb.	ok. 20 w tym 3 hyb.	1. 80%; 3. 100%;	2. 65% 4. 100%
ADM-412	95 w tym 1 hyb.	ok. 18 w tym 3 hyb.	1. 95%; 3. 100%;	2. 90% 4. 100%
ABD-413	89 w tym 1 hyb.	ok. 20 w tym 3 hyb.	1. 80%; 3. 100%;	2. 70% 4. 100%
ABF-418	185 w tym 1 hyb.	ok. 50 w tym 6 hyb.	1. 75%; 3. 90%;	2. 70% 4. 100%

Z zestawienia wynika w jakim % stopniu ulega zmniejszeniu ilość podzespołów stosowanych w module /4.1/ oraz w jakim % stopniu nastąpi u producenta modułów eliminacja trudnodostępnych rezystorów precyzyjnych /4.2/ oraz częściowo takich elementów importowanych jak wzmacniacze operacyjne /4.3/ czy źródła napięcia odniesienia /4.4/.

Szczególnie korzystne wyniki w tym zakresie odnoszą się do modułów: ABI-417, ABF-419, ABF-418, ASS-441, ASS-442, ABU-411,

ABM-412, ABD-413, natomiast mniej korzystne wyniki w tym zakresie odnoszą się do modułu ARF-458.

Zmniejszenie ilości montowanych elementów poprzez wprowadzenie układów hybrydowych pozwoli na uzyskanie oszczędności czasowych przy montażu modułów oraz podwyższy ich niezawodność dzięki zmniejszeniu ilości połączeń między poszczególnymi elementami oraz wprowadzeniu o wysokiej niezawodności zestawów rezystorów cienkowarstwowych.

Przykładowo dla modułu ABI-417,

w przypadku zastosowania w module układów hybrydowych o wskaźniku niezawodności $\lambda = 8 \cdot 10^{-6} / h$ średni czas międzyawaryjny wzrasta o 50% /15000h/. Wzrostu średniego czasu międzyawaryjnego należy się spodziewać w takich modułach jak: ASS-442, ASS-441, ABM-411, ABD-413, ABU-412, ABF-418, gdzie stopień udziału układów hybrydowych zastępujących elementy montowane techniką tradycyjną w stosunku do pełnej specyfikacji elementowej urządzenia jest nie mniejszy niż 70%.

Zastosowanie układów hybrydowych pozwala na znaczne zwiększenie upakowania elementów elektronicznych przy realizacji modułu w wersji INTELEKTRAN-H. Dzięki temu moduły dwupłytkowe /ASS-443, ABF-418/ będą miały wykonanie jednopłytkowe a niektóre moduły o podobnych schematach /ABU-411, ABM-412, ABD-413, ASS-441, ASS-442, ASS-443/ będą mogły być produkowane w oparciu o uniwersalne schematy drukowane.

Wprowadzenie układów hybrydowych do urządzeń INTELEKTRAN pozwoli także polepszyć serwisowość modułów gdyż zastosowanie typowych układów hybrydowych znacznie ułatwia i przyspiesza lokalizację uszkodzenia i naprawę. Serwis urządzeń w takim wykonaniu wymaga stosowania znacznie mniejszego asortymentu elementów elektronicznych.

Ułatwienie produkcji wersji hybrydowej urządzeń INTELEKTRAN-H wynika głównie ze zmniejszenia liczby strojów poszczególnych układów funkcjonalnych, gdyż strojenia funkcjonalne dokonywane są na układach hybrydowych w procesie produkcji u producenta tych układów.

4. Aspekty ekonomiczne

Obećne potrzeby energetyki odnoszące się do modułów systemu INTELEKTRAN-S: ABI-417, ABF-419, ADA-424, ABS-416, ASS-441, ASS-442, ASS-443, ARF-458, ABU-411, ABM-412, ABD-413, ABF-418 kształtują się na poziomie ok. 900 szt. na jeden blok energetyczny. Zakładając oszczędnie, że potrzeby roczne energetyki po roku 1984 będą się kształtowały na poziomie dwóch bloków energetycznych oraz uwzględniając innych odbiorców modułów w ilości odpowiadające pojedynczemu blokowi energetycznemu otrzymany zapotrzebowanie roczne na powyższe moduły w wysokości 2700 szt. łączne nakłady na uruchomienie produkcji modułów wg. harmonogramu przedstawionego w p.7 należy oszacować na poziomie 7,5 mil.zł. /z czego PIAP - 5 mil.zł. oraz IKSAiP ELWRO szacunkowo - 2,5 mil.zł./

Na podstawie tych informacji czas zwrotu nakładów przy założeniu 15% stopy zwrotu nakładów oraz średniej cenie modułu 12 tys.zł wynosi:

$$t = \frac{N}{0,15P} = \frac{7,5 \text{ mil.zł.}}{0,15 \cdot 2700 \text{ szt.} \cdot 12 \text{ tys.zł.}} = \frac{7,5 \text{ mil.zł.}}{4,86 \text{ mil.zł.}} = 1,54 \text{ r}$$

gdzie: N - nakłady na uruchomienie produkcji

P - globalna wartość produkcji w skali roku.

5. Podstawowe parametry techniczne modułów systemu "INTELEKTRAN-H"

5.1. Moduł inwertera HBI-417

Funkcja

Moduł zawiera trzy niezależne kanały przetwarzania sygnałów wejściowych.

W każdym kanale można realizować następujące funkcje:

- inwersja sygnału wejściowego dodatniego
- inwersja sygnału wejściowego ujemnego
- zmiana znaku sygnału wejściowego
- wzmocnienie sygnału wejściowego
- odejmowanie sygnału wejściowego
- nieliniowa funkcja dwuodcinkowa.

Dokładność

Klasa dokładności	0,25
Błędy dodatkowe	0,16%
Zasilanie	2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacji

- temperatura otoczenia 5-60°C
- wilgotność względna 30-80%

5.2. Moduł przetwornika nieliniowego HBI-419

Funkcja

$$Y = Y_0 + k_1 \max \{X - X_{1,0}\} + K_2 \max \{X - X_{2,0}\} + K_3 \max \{X - X_{3,0}\}$$

gdzie: Y_0 - sygnał wewnętrznej polaryzacji

K_1, K_2, K_3 - nachylenie charakterystyk kolejnych odcinków

X_1, X_2, X_3 - odcięcie kolejnych punktów załamania.

Nastawy

X_1, X_2, X_3	0 -10V /trymer rezystancyjny 22 obrotowy/
K_1, K_2, K_3	-5V/V- +5V/V

Dokładność

Klasa dokładności	2,5
błąd dodatkowy	±1,6%
Zasilanie	2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacji

temperatura otoczenia	5°C - 60°C
wilgotność względna	30 - 80%

5.3. Moduł sygnalizatora HDA-424

Funkcje

Sygnalizacja poziomu górnego i dolnego dla sygnału wejściowego oraz różnicy sygnałów wejściowych /4 podstawowe funkcje/

Nastawy

poziom sygnalizacji - 1% - 100%
strefa histerezy - 0,5% - 10%

Dokładność

klasa dokładności - 0,4
błędy dodatkowe - 0,4 %

Zasilanie 2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacyjne

temperatura otoczenia 5 - 60°C
wilgotność względna 30 - 80%

5.4. Moduł sumatora HBS-416

Funkcja

$$Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i$$

gdzie: n - ilość wejść /max 8/
x_i - kolejny sygnał wejściowy
Y - sygnał wyjściowy

Dokładność

klasa dokładności 0,25
błędy dodatkowe ±0,16%

Zasilanie 2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacji

temperatura otoczenia 5 - 60°C
wilgotność względna 30-80%

5.5. Moduł uniwersalnego przetwornika nieliniowego HBF-418

Funkcja

$$Y = \pm Y_1 + Y_0 + \sum_{i=1}^p k_i \min \left\{ \max \left[\frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}, 0 \right] \right\}$$

gdzie: Y - sygnał wyjściowy
X - sygnał wejściowy
Y₁ - zewnętrzny sygnał polaryzacji
Y₀ - wewnętrzny sygnał polaryzacji
k_i - nastawne współczynniki stromości
x_i, x_{i-1} - punkty załamania charakterystyki
i - kolejny odcinek charakterystyki

max/ t/, min / t/ - operator wyboru wartości max lub min z dwu

Nastawy

Y₀ 0 - 10V /trymer rezystancyjny 22 obrotowy/

k - k₈ -8V/V - +8V/V /trymer rezystancyjny 22 obr./

x₀ - x₇ - odcięte załamania charakterystyki od 0 do 8,75 co 1,25V

Dokładność

klasa dokładności 2

błędy dodatkowe ±1,2%

Zasilanie 2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacyjne

temperatura otoczenia 5 - 60°C

wilgotność względna 30-80%

5.6. Moduł mnożący HBM-412

Funkcja

$$Y = k / k_1 x_1 + x_2 + x_3 / x_4$$

gdzie: x₁, x₂, x₃, x₄ - sygnały wejściowe

Y - sygnał wyjściowy

k, k₁ - współczynniki nastawne

Nastawy

k - 0,03 - 0,1 /trymer rezyst. 22 obr./

k₁ - 0,02 - 1 /trymer rezyst. 22 obr./

Dokładność

klasa dokładności 0,4

błędy dodatkowe ±0,25%

Zasilanie 2 x 24V ±20%

Warunki eksploatacyjne

temperatura otoczenia 5 - 60°C

wilgotność względna 30 - 80%.

5.8. Moduł mnożący-dziłający HSS-411, oraz dziłający HSS-412

Funkcja

$$Y = \frac{k_1 x_1 + a / k_2 x_2 - b}{k_3 x_3 + c} \quad /1/$$

lub

$$Y = \frac{k_1 x + a}{k_2 x_3 + c} \quad /2/$$

gdzie:

Y_1, Y_2 - sygnały wyjściowe

x_1, x_2, x_3 - sygnały wejściowe

k_1, k_2, k_3 - nastawne współczynniki tłumienia

a, b, c - nastawne składniki przesunięcia

Funkcja /1/ i /2/ przewidziana dla warianty wykonania tego samego rozwiązania konstrukcyjnego.

Nastawy

k_1, k_2, k_3 - 0,02 - 1 /trymer rez. 22 obr./

a, b, c - 0 - 10V /trymer rez. 22 obr./

Dokładność

klasa dokładności: - 1

błędy dodatkowe - 0,5%

Zużycie 2 x 24V 220%

Warunki eksploatacji

temperatura otoczenia 0 - 50°C

wilgotność względna 30 - 80%.

5.9. Separator HSS-441, HSS-442, HSS-443

Funkcja

Sygnał wejściowy jest rozdzielany galvanicznie od sygnału wyjściowego.

$$Y = k / x - x_0 / \text{ lub } Y = k x$$

gdzie: $k = \frac{10V}{100A}$, $x_0 = 4 mA$

Y - sygnał wyjściowy napięciowy

X - sygnał wejściowy prądowy lub napięciowy

Separator HSS-441 - wykonanie jednokanałowe

Separator HSS-442 - wykonanie dwukanałowe.

Sygnalizacja nieprzewodności toru pomiarowego

Obwód wyjściowy na potencjał szyny zera w systemie

11

Dokładność

klasa dokładności 0,25
błędy dodatkowe $\pm 0,16\%$

Parametry obwodów separowanych

wytrzymałość elektryczna izolacji

- 1500V - napięcie stałe
- 500V_{skut} - napięcia skutecznego sinusoidalnego 50Hz
- tłumienie ≥ 80 dB

Zasilanie 2 x 24V $\pm 20\%$

Warunki eksploatacji

temperatura otoczenia 5 - 60°C
wilgotność względna 30 - 80%.

5.9. Separator wyjściowy HSS-442

Funkcja

$$Y = k \cdot X + Y_0$$

gdzie: $Y_0 = 4\text{mA}$, $k = 1,6 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

Y - sygnał wyjściowy prądowy

X - sygnał wejściowy napięciowy

Obwód wejściowy na potencjale szyny zerowej systemu.

Dokładność

klasa dokładności 0,25
błędy dodatkowe $\pm 0,16\%$

Parametry obwodów separowanych

wytrzymałość elektryczna

- 1500V - napięcie stałe
- 500V_{skut} - napięcie skuteczne sinusoidalne 50Hz
- tłumienie ≥ 80 dB

Zasilanie 2 x 24V $\pm 20\%$

Warunki eksploatacji

temperatura otoczenia 5 - 60°C
wilgotność względna 30 - 80%.

6. Wnioski końcowe

Harmonogram tematu został przedstawiony w punkcie 7.
Nakłady przewidziane na prace prowadzone przez PIAP /opracowanie dokumentacji technicznej, wykonanie prototypów/ wynoszących 5 mln. zł. co odpowiada średnio wartości 550 tys. zł na jeden typ modułu. Wśród opracowywanych 9 typów urządzeń są moduły których stopień hybrydyzacji jest niewysoki /ADA-424, ABS-416/ lub też zapotrzebowanie odbiorców jest nieduże /ABD-413/ /ABD-411/, z tego też względu należy rozważyć kwestie celowości podejmowania opracowania tych modułów w wykonaniu hybrydowym. Uznano za niecelowe, hybrydyzację modułu ARF-458.

Przy opracowaniu niniejszego uzasadnienia wzięta została pod uwagę Notatka służbowa spisana dn. 4.10.1979r. pomiędzy przedstawicielami IKSAiP oraz PIAP dotycząca wprowadzenia układów hybrydowych do urządzeń automatyki zatwierdzona przez Z-cę Dyrektora d/s Technicznych Centrum MERA-ELWRO.

Mi ser

7. Harmonogram pracy

	Etap	Realizacja	Termin
1.	Opracowanie dokumentacji technicznej do prototypów modułów	PIAP	
1A	pierwszej grupy		30.10.82
1B	drugiej grupy		30.09.83
1C	trzeciej grupy		31.01.84
2.	Wykonanie prototypów	PIAP	
2A	pierwszej grupy		31.01.83
2B	drugiej grupy		30.06.83
2C	trzeciej grupy		31.04.84
3.	Badania pełne prototypów	PIAP	
3A	pierwszej grupy		30.04.82
3B	drugiej grupy		30.09.93
3C	trzeciej grupy		31.07.84
4.	Badania atestacyjne u użytkownika	IRSAIP	
4A	pierwszej grupy modułów		30.04.83
4B	drugiej grupy modułów		30.09.83
4C	trzeciej grupy modułów		31.07.84
5.	Rewizja dokumentacji	IKSAIP	
5A	pierwszej grupy modułów		31.07.83
5B	drugiej grupy modułów		31.12.83
5C	trzeciej grupy modułów		31.10.84
6.	Seria próbna	ELWRO	
6A	pierwszej grupy modułów		31.12.83
6B	drugiej grupy modułów		30.06.84
6C	trzeciej grupy modułów		31.04.85
7.	Nadzór autorski nad etapami 4, 6, 5	PIAP	31.04.85

Szczegółowy zakres etapów:

- Ad.1 - Dokumentacja konstrukcyjna - modele i badania niepełne:
 - Norma Zakładowa
 - Instrukcja uruchomienia
 - DTR.

- Ad.2. Wykonanie prototypów po 4 szt. w każdym typie.
 Do grupy pierwszej wchodzi następujące moduły: HBI-417, HBF-419, HBI-424, HBS-416
 Do grupy drugiej wchodzi następujące moduły: HBF-418, HBM-412, HBU-411/413.
 Do grupy trzeciej wchodzi następujące moduły: HSS-441/443, HSS-444

King
 1987

14