

Indywidualna Pracownia Elektroniczna 2013

Wykłady sala 17 na Pasteura			Ćwiczenia IV piętro Pasteura		
Badanie diod półprzewodnikowych	1-X-2013	11-14			
			Badanie diod półprzewodnikowych	3-X-2013	13-16
Tranzystor bipolarny. Wzmacniacz tranzystorowy	8-X-2013	11-14			
			Tranzystor bipolarny. Wzmacniacz tranzystorowy	10-X-2013	13-16
Cyfrowe układy scalone	15-X-2013 17-X-2013	11-14 13-16			
			Cyfrowe układy scalone	22-X-2013 24-X-2013 29-X-2013	11-14 13-16 11-14
Wzmacniacze operacyjne. Stabilizator napięcia	31-X-2013 5-XI-2013	13-16 11-14			
			Wzmacniacze operacyjne. Stabilizator	7-XI-2013 12-XI-2013 14-XI-2013 19-XI-2013	13-16 11-14 13-16 11-14
Programowalne Układy Logiczne					
Elektroniczna aparatura pomiarowa	21-XI-2013	13-16			
			Konsultacje	26-XI-2013	11-14
Zaliczenie-egzamin				3-XII-2013	11-14

2013

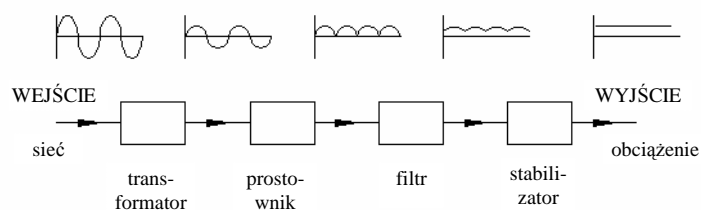
Zasilacze

Źródło energii elektrycznej dla układu wykonawczego:

- źródło napięciowe,
- źródło prądowe (ogranicznik prądu),
- zabezpieczenie przed przegrzaniem, zapaleniem, porażeniem itp.

Zasilacz przetwarza energię elektryczną pobieraną z sieci

Standardowy schemat blokowy zasilacza:

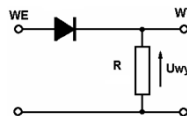


Transformator:

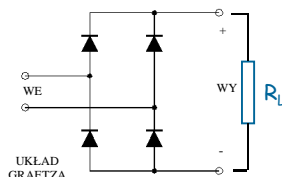
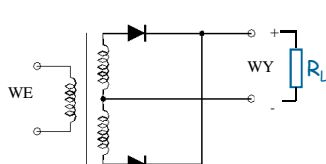
- dopasowanie przemiennego napięcia sieci do napięcia wyjściowego zasilacza
- galwaniczna izolacja układu elektronicznego od sieci

Prostownik:

przekształcenie prądu przemiennego na prąd zmienny płynący w jednym kierunku
 najprostszy prostownik jednopółkowy:



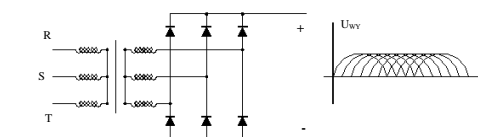
Prostownik dwupółkowy: większa wydajność, większa zawartość składowej stałej w widmie wyjściowym, podstawowa składowa pulsacji wynosi 100 Hz.



podstawowy układ:
mostek Graetza

Karol Pollak
 prostowniczy układ
 mostkowy
 patent - 1895

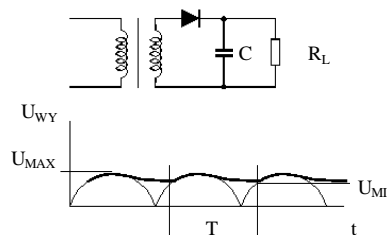
Dla układów wymagających dużych prądów stosuje się **trójfazowe prostowniki dwupółkowe:**



- niewielka zawartość składowych harmonicznych
- najmniejsza częstota pulsacji wynosi 300 Hz

Filtry dolnoprzepustowe:

typu RC lub typu RL: wyeliminowanie pulsacji



Stała czasowa RC musi być większa od okresu pulsacji

Na przykład, jeśli dopuszczalny zakres fluktuacji napięcia wyjściowego 10 %, minimalna pojemność C wynika z warunku:

$$U_{MAX} - U_{MIN} \approx U_{MAX} [1 - e^{-T/R_L C}] < 0.1 \cdot U_{MAX}$$

T jest okresem pulsacji.

Dioda i kondensator powinny mieć odporność na przebicie: $U_R = 2\sqrt{2}U_{MAX}$

Stabilizatory napięcia Zasada: dzielnik napięciowy

stabilizatory szeregowe i równoległe:
zależnie od położenia regulatora względem wyjścia

Stabilizatory równoległe:
Najprostszy: **stabilizator z diodą Zenera**, $U_{wy} \approx U_Z$
Stożek stabilizacji zależy od stabilności obciążenia

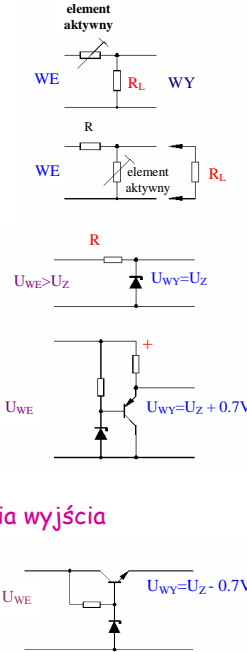
Wzmacniacz o wspólnym kolektorze

- dzielnik napięcia z diodą Zenera pełni rolę **źródła napięcia odniesienia**
- element aktywny - tranzystor

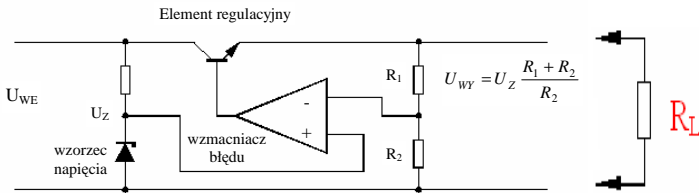
Wada stabilizatorów równoległych:
stały pobór prądu ze źródła napięcia bez obciążenia wyjścia

Stabilizatory szeregowe:

- niewielki pobór prądu ze źródła bez obciążenia wyjścia (wspólny kolektor → brak wzmocnienia napięciowego)
- wahania napięcia wyjściowego ze zmianą obciążenia i temperatury!



Stabilizatory napięcia ze wzmacniaczami błędów - znacznie bardziej dokładne



➤ Próbkowanie napięcia wyjściowego

➤ Porównywane napięcie wyjściowe we wzmacniaczu błędów z napięciem wzorcowym

➤ wzmacniacz steruje tranzystorem (regulacja rezystancji tranzystora)

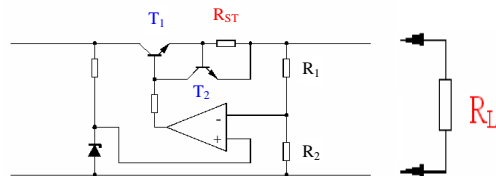
➤ zmniejszenie zależności napięcia od temperatury tranzystora

układ pozwala na stabilizację dowolnego napięcia $U_{WE} > (U_Z + 0.7V)$
W praktyce: $U_{WE} > U_Z + 2V$

Wada: uszkodzenia przy zbyt wielkim poborze prądu
Moc cieplna wydzielana w tranzystorze regulującym: $P = (U_{WE} - U_{wy}) * I$
Zwarcie wyjścia → $P \rightarrow \infty$.

Stabilizator napięcia z ogranicznikiem prądu

zabezpieczenie przed nadmiernym poborem prądu ze stabilizatora



- Niewielki pobór prądu → tranzystor T_2 zablokowany.
- Duży pobór prądu
 - => spadek napięcia około 0.7 V na rezystorze R_{ST}
 - => tranzystor T_2 przewodzi blokując przepływ prądu tranzystora T_1
 - => zmniejszenie napięcia wyjściowego

Maksymalny prąd wyjściowy:

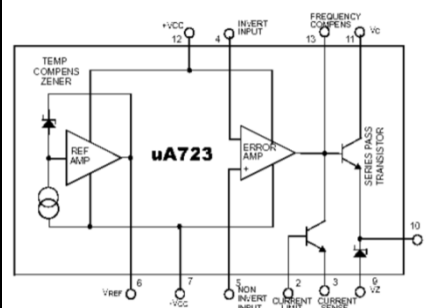
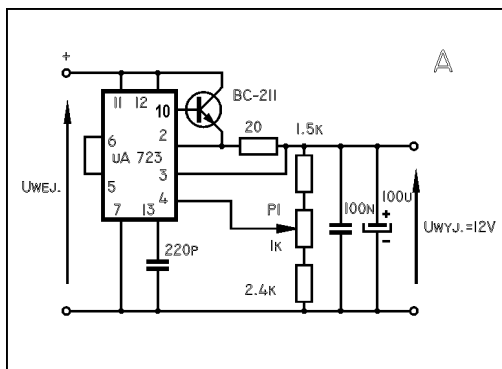
$$I_{MAX} = \frac{0.7V}{R_{ST}}$$

Duży pobór prądu powoduje wydzielanie ciepła w tranzystorze T_1

Uniwersalne stabilizatory napięć z ogranicznikami prądu → układy scalone

Przykład: układ scalony $\mu A 723$ do budowy stabilizatorów liniowych i impulsowych.

Ćwiczenie: Stabilizator napięcia



Zasilacz stabilizowany 12V z układem $\mu A 723$

Półprzewodnikowe stabilizatory napięć standardowych
(5V, 9V, 12V, 15V, 24V itd,) zabezpieczone termicznie i prądowo

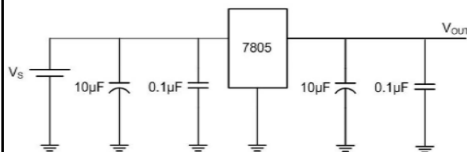
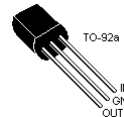
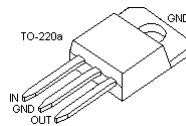
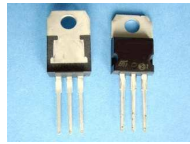
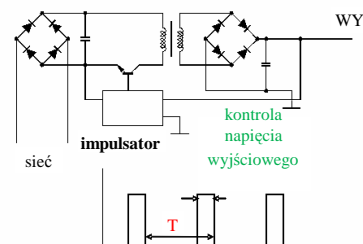


Foto: Piotr Górecki

Przetwornice - stabilizatory impulsowe o dużej sprawności

- napięcie sieciowe jest prostowane,
- modulowane z wysoką częstotliwością
- impulsy wysokiej częstotliwości transformowane
- prostowanie i filtrowanie
- na wyjściu wytwarzane jest napięcie stałe



Stabilizacja napięcia wyjściowego: automatyczna regulacja szerokości impulsów modulujących w stosunku do okresu ich powtarzania (τ/T)

Przy wysokiej częstotliwości (>10 - 20 kHz): miniaturyzacja transformatora, niewielkie pojemności filtrujące, **wysoka sprawność zasilacza**

„inteligentne” zasilacze sterowane mikroprocesorem

Powielacz napięcia

Zastosowanie:

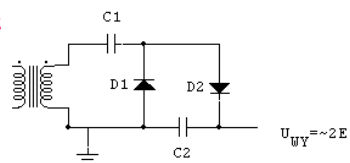
źródła wysokiego napięcia stałego o niewielkiej (ok. 1 mA) wydajności prądowej

Diodowo - pojemnościowe powielacze napięcia

Przykład - „podwajacz” napięcia:

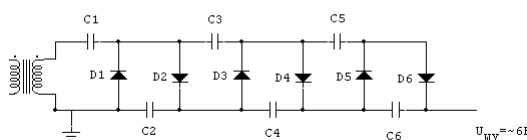
- wejście: źródło napięcia zmiennego
- wyjście: stałe napięcie

Wydajność prądowa zależy od częstości impulsów ze źródła



Przy wysokich stopniach powielenia, napięcia wyjściowe mogą przekraczać dziesiątki tysięcy woltów dla układów zbudowanych z elementów niskonapięciowych!

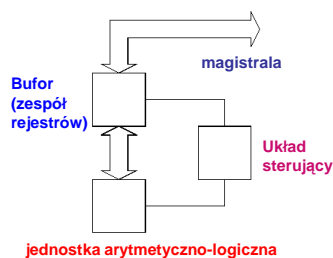
Voltage Multiplier x6



Mikroprocesory

Procesor - jednostka arytmetyczno-logiczna maszyny cyfrowej:

- zespół rejestrów
- układ sterujący z zegarem



Zadanie - wykonywanie rozkazów według zadanego programu.

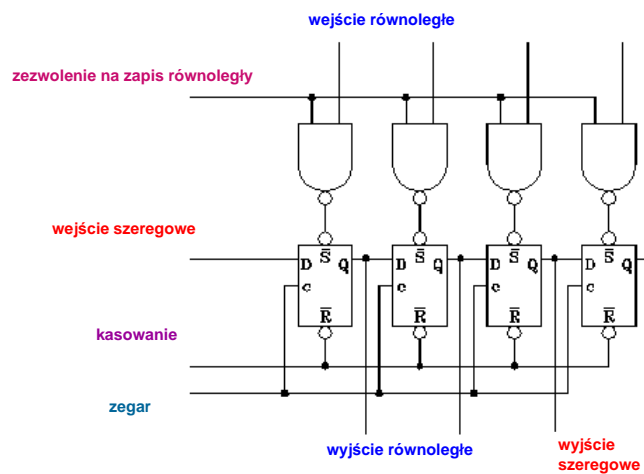
- Kolejne impulsy zegara generują adresy kolejnych operacji
- Dane kolejnych operacji pobierane są z bufora

Mikroprocesor jest zwykle zawarty w jednym układzie scalonym.

Częstości zegara powyżej 1 GHz.

Długość słowa: 32/64-bity.

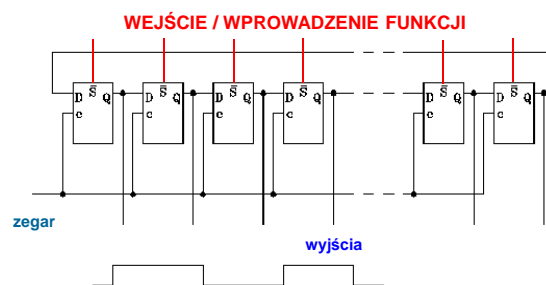
Rejestry - urządzenia pozwalające zapamiętywać słowa logiczne oraz dokonywać na nich operacji przesunięcia (pomnożenia lub podzielenia przez 2).



- Zapis „równoległy” - odczyt **szeregowy** lub **równoległy**
- Zapis „szeregowy” - odczyt **szeregowy** lub **równoległy**
- cykl **zegara**: przesunięcie słowa w rejestrze → **mnożenie** lub **dzielenie przez 2**

Liczniki pierścieniowe

Odmiana rejestrów informacja „krąży” wraz z kolejnymi cyklami zegara



Mogą służyć jako generatory złożonych, cyklicznych przebiegów cyfrowych

Pamięci - przechowywanie informacji cyfrowej

ROM (Read Only Memory): pamięci ze stałym zapisem - tylko do odczytu

- przechowują informację mimo braku zasilania
- przechowywanie stałych programów

PROM (Programmable ROM) - zapis programu za pomocą programatora

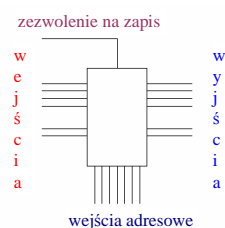
EPROM (Erasable-Programmable ROM) kasowanie całości informacji np. za pomocą promieniowania ultrafioletowego

EEPROM (Electrically Erasable PROM) - selektywne kasowanie za pomocą sygnału elektrycznego.

RAM (Random Access Memory) - pamięci o dostępie „losowym” traci informację po wyłączeniu zasilania.

Cykl komunikacji z pamięcią odczyt [zapis]:

- zezwolenie
- podanie adresu komórki pamięci
- informacja przestana z komórki pamięci na wyjście [informacja pobrana z wejścia]

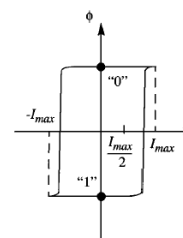


Każda komórka pamięci ma swój adres

Pamięci trochę historii

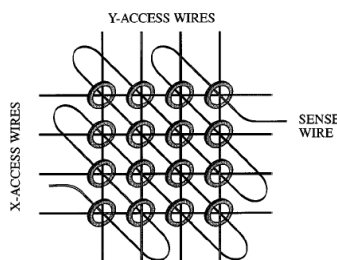
Pamięci ferromagnetyczne (rdzeniowe)-

- do lat 50-tych ubiegłego wieku jedyne znane pamięci nieulotne
- informacja przechowywana w polu magnetycznym rdzenia ferromagnetycznego
- wykorzystanie pętli histerezy ferrytu



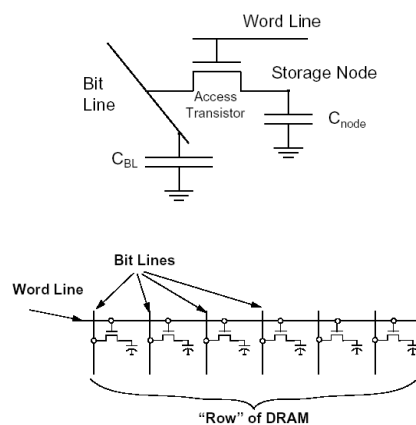
Komunikacja z komórką pamięci:

- zapis: jednoczesny impuls prądowy na liniach adresowych X i Y
- odczyt stanu logicznego komórki: wpisujemy „0” i mierzymy prąd na linii próbkowania (odczyt kasuje informację, więc trzeba ją natychmiast odtworzyć)



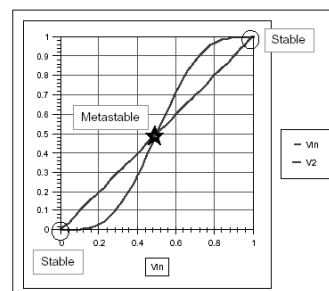
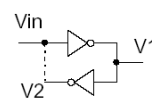
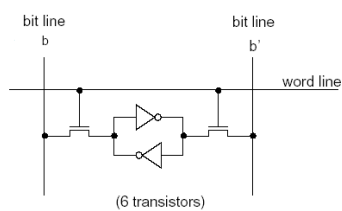
Dynamic RAM

Pojedyncza komórka zbudowana z dwóch tranzystorów polowych
 Utrzymanie informacji wymaga częstego „odświeżania” - ~1 MHz



Static RAM

Pojedyncza komórka zbudowana z sześciu tranzystorów polowych



Utrzymanie informacji nie wymaga „odświeżania”
 (własne zasilanie elementu pamięciowego)

D-RAM i S-RAM - odczyt kasuje stan komórki, trzeba go natychmiast odtworzyć

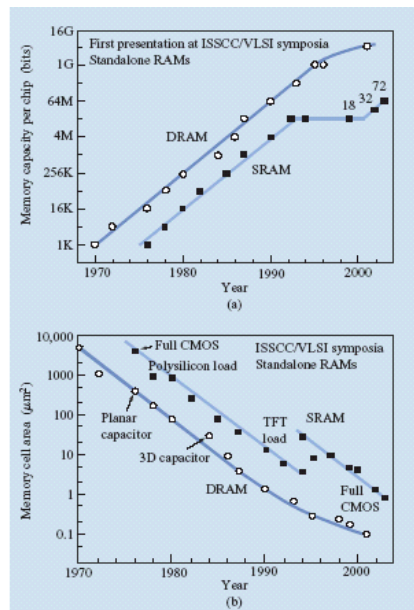
O co walczymy:

- minimalizacja czasu dostępu
- maksymalizacja upakowania
- maksymalna trwałość informacji w komórce (D-RAM)

Oczywiście:

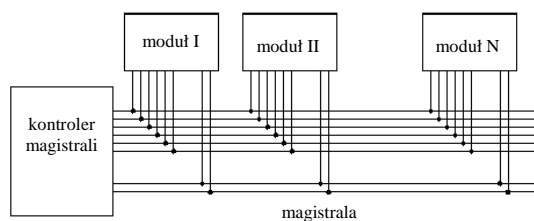
pamięci RAM o małej pojemności można zbudować z **przerzutników D**.
niewielki czas dostępu (~1 ns).

Potokowe przetwarzanie danych:
pamięci **FIFO** - First In., First Out
pamięci **LIFO** - Last In., First Out
etc.



MAGISTRALA (bus)

- komunikacja w systemach cyfrowych
- przesyłanie i odbiór informacji



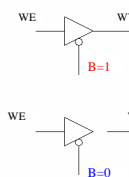
(bramki trójstanowe)

Bramki trójstanowe.

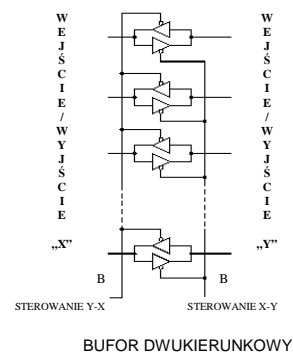
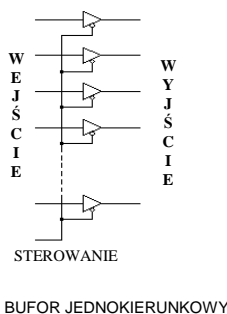
Zastosowanie: równoległe łączenie wyjść systemów logicznych

Działanie:

- wejście sterujące „B” bramki w stanie logicznym „jeden” => bramka wykonuje funkcję zgodnie z tabelą prawdy
- wejście bramki B=0 => wyjście w stanie odcięcia



Urządzenia wejścia/wyjścia
bufory
jedno- i dwukierunkowe



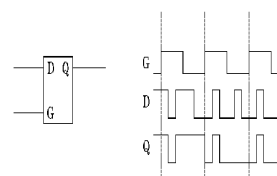
Łączenie układów cyfrowych z magistralami

Przerzutniki zatraskowe (latch)

Komunikacja z magistralą - synchronizacja sygnałów

Tablica działania:

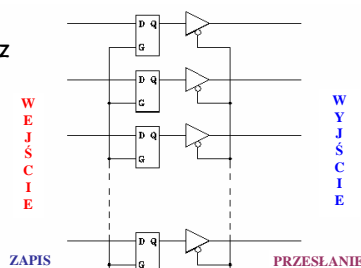
- wejście G przerzutnika w stanie logicznym „1” => sygnały z wejścia D przechodzą do wyjścia Q
- wejście G przerzutnika w stanie logicznym „0” => stan wyjścia Q „zamrożony”.



Zastosowanie: bufory zatraskowe trójstanowe

- złożone urządzenia logiczne o autonomicznie sterowanych modułach

- ✓ przyjęcie słowa logicznego utworzonego przez moduł cyfrowy,
- ✓ zapamiętanie
- ✓ przesłanie do magistrali sterowane impulsem zegara załączającego bramki trójstanowe

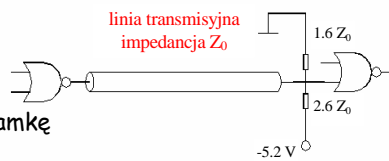


Transmisja informacji cyfrowej

Układy ECL (Emitter Coupled Logic)

Najszybsza rodzina elektroniki cyfrowej-

- ✓ subnanosekundowy czas propagacji przez bramkę
- ✓ częstość zegara dla przerzutników ~ 1 GHz
- ✓ napięcia zasilania $V_{CC} = 0$ V i $V_{EE} = -5.2$ V
- ✓ poziomy logiczne: „1” = -0.9 V i „0” = -1.75 V.
- ✓ podstawowe bramkami logicznymi są **OR** i **NOR**.

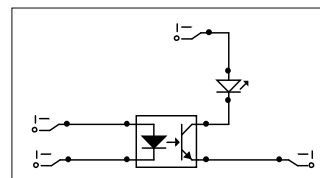


Dopasowanie falowe !

- bramki zbudowane w technologii tranzystorów bipolarnych.
- **duży pobór mocy: >50 mW**

Optozłącza - zamiana sygnału prądowego na fotonowy i odwrotnie

- Linia transmisyjna - światłowód
- Możliwość jednoczesnego przesyłania wielu informacji



Modułowe systemy aparatury elektronicznej

- Standardyzacja mechaniczna
- Standardyzacja elektryczna
- Standardyzacja logiczna



Umożliwiają:

- budowanie złożonych zestawów pomiarowych z pojedynczych modułów funkcyjnych,
- analizę sygnałów analogowych i/lub sygnałów logicznych,
- sterowanie i rejestrację danych za pomocą komputera (tylko moduły wyposażone w bufory komunikacji z magistralą)

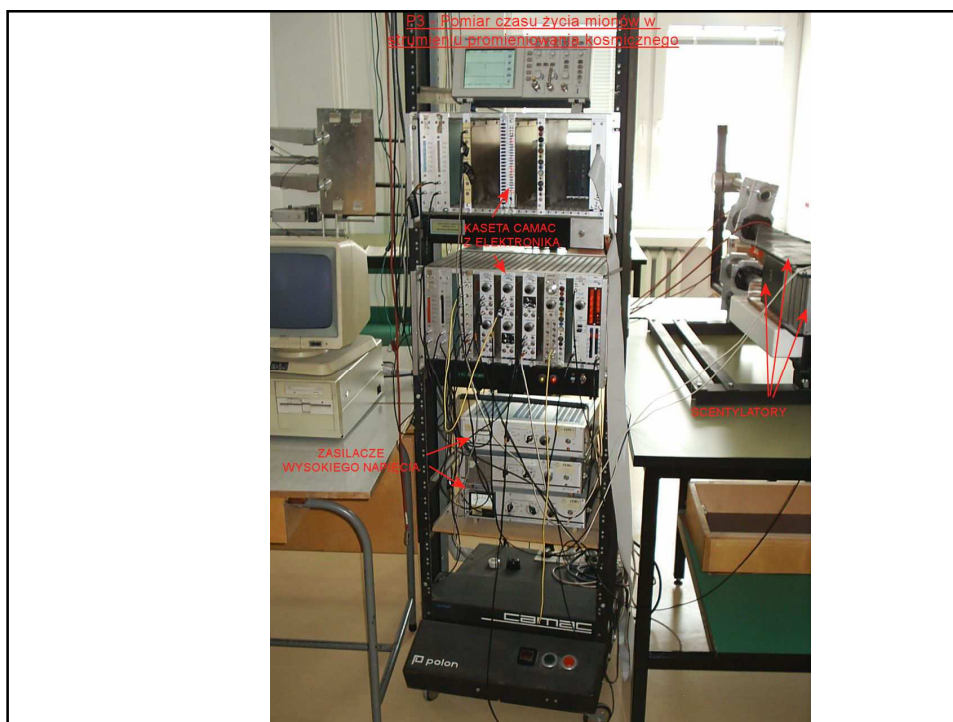
Standardy:

NIM (Nuclear Instrument Module)

CAMAC (Computer Application for Measurements and Control)

FASTBUS

VME (Versatile Module Europa)



NIM (Nuclear Instrument Module) - brak magistrali łączącej z komputerem

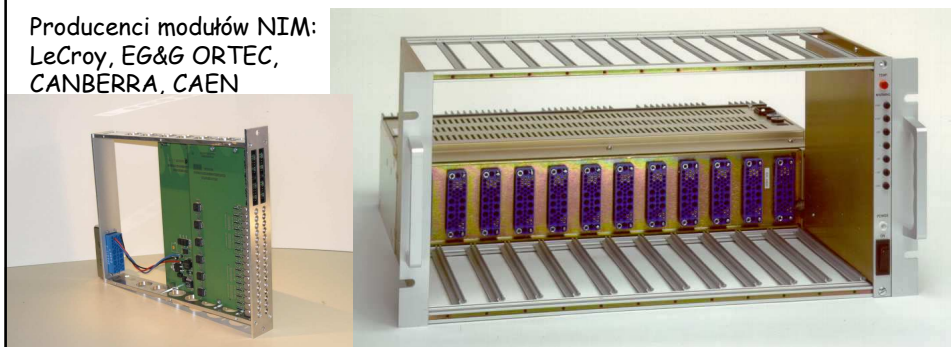
Funkcje: operacje logiczne, analiza sygnałów, przetwarzanie sygnałów analogowych
 Kasecja zasilana: $+6V$, $+12V$ i $+24V$ mieszcząca 12 modułów pojedynczej szerokości
 Podłączenia kablami koncentrycznymi ($Z = 50\Omega$) przez gniazda LEMO lub BNC
 Standardy sygnałów logicznych: TTL i NIM

Standardy logiczne NIM:

Logiczne „1” = poziom napięcia od $-0.6V$ do $-1.6V$ przy obciążeniu 50Ω

Logiczne „0” = poziom napięcia od $-0.1V$ do $0.0V$ przy obciążeniu 50Ω

Producenci modułów NIM:
 LeCroy, EG&G ORTEC,
 CANBERRA, CAEN



CAMAC (Computer Application for Measurements and Control)

- Moduły cyfrowe np. ADC, DAC
- Magistrala danych i rozkazów (standard logiczny: TTL w logice ujemnej),
- Jeden kontroler kasety sprzęgnięty z komputerem,
- Liczba stanowisk w kasecie: 25 (24 wykonawcze + jedno specjalne - sterujące)

Adresowanie NFA

N - geograficzna pozycja modułu w kasecie (od 1 do 24),

A - podadres sekcji w module

(4 linie - wybór jednej z 16 sekcji)

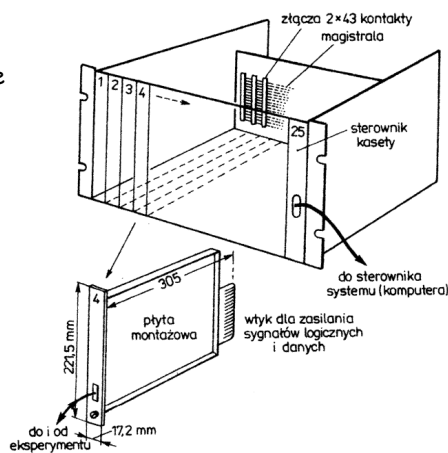
F - kod operacji

(5 linii - 32 możliwe funkcje)

Szyny danych: 2*24 linie (słowo 24 bitowe)

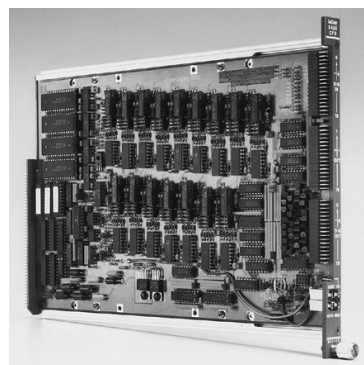
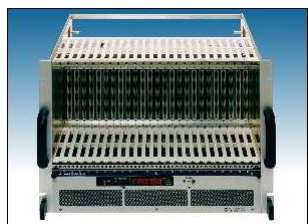
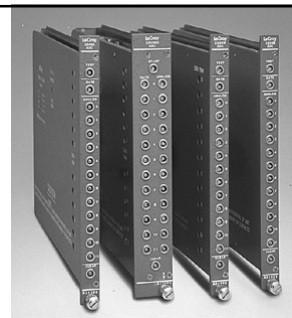
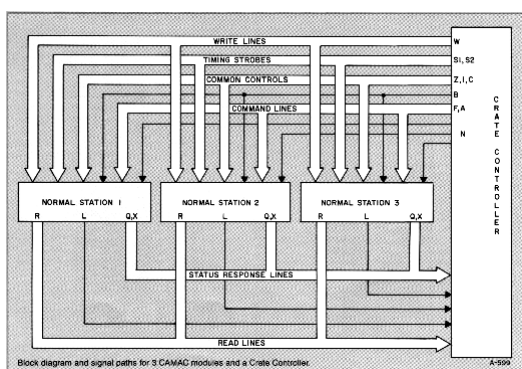
Szyny sterujące: 2*12 linii (A, F, Busy, Inhibit, Clear)

Cykl operacji magistrali 1 μ s

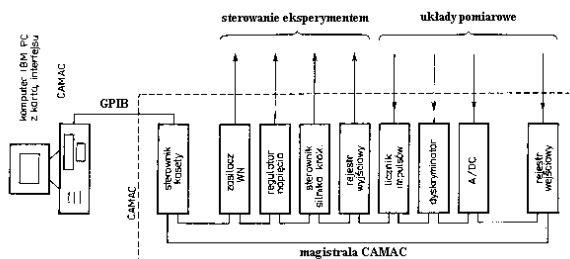


Opracowany w CERN w 1968 roku

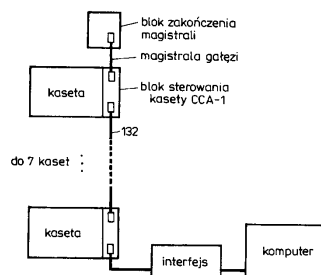
Producenci: LeCroy, CAEN



Budowanie układu rejestracji i sterowania polega na dobraniu modułów, odpowiednim połączeniu i oprogramowaniu

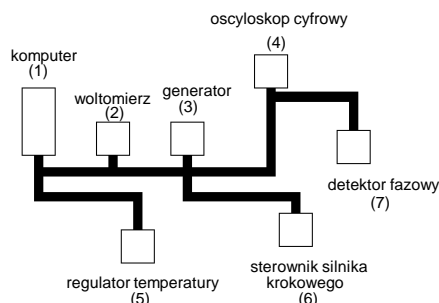
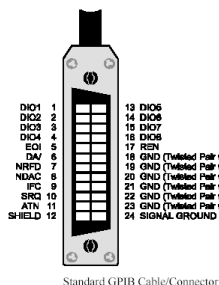


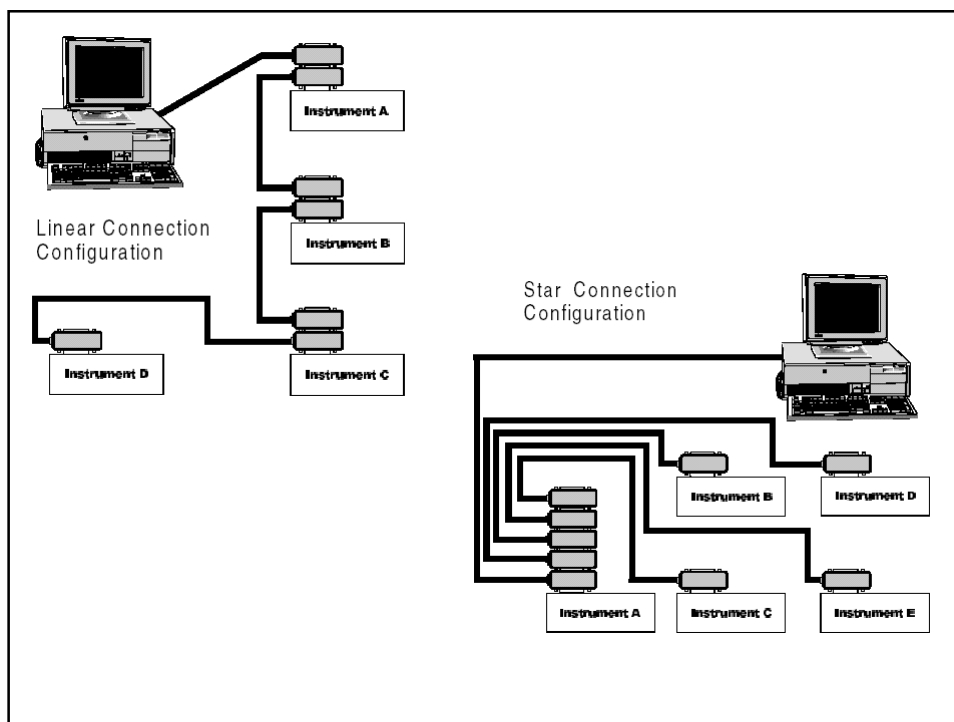
Możliwość szeregowego łączenia do 7 kaset CAMAC



Interfejs równoległy IEEE 488 (GPIB lub HPIB, IEC-625)

- Zazwyczaj wyposażenie opcjonalne
- Służy do połączenia do 15 urządzeń, w tym komputera - kontrolera magistrali
- Każde z urządzeń otrzymuje adres jako nadawca i jako odbiorca
- Długość magistrali nie powinna przekraczać 20 m, pojedynczy odcinek nie dłuższy niż 4 m.
- Maksymalne prędkości transmisji mogą przekraczać 3 MB/s





Zdalna kontrola urządzeń pomiarowych przez sieć internet - TCP/IP

CAMAC - C111C
Ethernet CAMAC Crate Controller



GPIO-LAN Ethernet to GPIB Converter



Kontrola urządzeń pomiarowych przez wbudowany web-server