

12 ŠTANDARDIZÁCIA ELEKTRONICKEJ APARATÚRY

UČEBNÉ CIELE

Študent by mal vedieť charakterizovať výhody štandardizácie elektronickej aparatúry pre jadrovo – fyzikálne experimenty, mal by poznať aké sú požiadavky na analógové a logické signály v štandarde NIM, mal by vedieť uviesť výhody ovládania experimentu pomocou štandardizovaného systému CAMAC, IMS a FASTBUS, mal by vedieť porovnať rôzne systémy štandardizovaného prepojenia počítač - aparatúra a vedieť si vybrať vhodný systém podľa veľkosti a potrieb experimentu, mal by vedieť objasniť spôsob ovládania modulov aparatúry pomocou počítača, objasniť spôsob komunikácie od modulov k počítaču, ako aj princípy styku cez rozhranie od aparatúry k počítaču, vedieť charakterizovať komunikáciu medzi kontrolérom rámu a funkčnými modulmi pomocou signálov informačného kanálu rámu.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Analógový signál, logický signál, unipolárny a bipolárny impulz, vstupný a výstupný odpor, prúdové a napäťové impulzy, funkčná jednotka, ovládacia jednotka, modul, stanica, kontrolér, rám CAMAC, zbernica, informačný kanál rámu, jednotka styku, budič rámu, budič vetve, paralelný a sériový kanál, žiadosť o obsluhu, triedenie žiadostí o obsluhu, strobovací impulz, informácia CrNAF o ráme Cr, stanici N, funkcii F a subadrese A,

12.1 ŠTANDARD NIM PRE ANALÓGOVÉ SIGNÁLY

V súčasnosti sa veľká časť elektroniky potrebnej pre jadrovo-fyzikálny experiment skladá so štandardných modulov, ktoré sa zasúvajú do rámov t.j. štandardizovaných krabíc s konektormi a napájacím zdrojom $\pm 24V$, $\pm 12V$ a $\pm 6V$. Modul s modulom sú vzájomne poprepávané pomocou káblov, cez konektory na prednom paneli, výnimočne aj na zadnom paneli modulu. Aby bolo možné garantovať ľubovoľnú rekonfiguráciu a vzájomnú zameniteľnosť modulov treba zabezpečiť, aby tieto štandardné moduly, aspoň počnúc od výstupu predzosilňovača, mohli pracovať s rovnakými úrovňami signálov.

Najznámejšie modulárne usporiadanie pre analógovú jadrovú elektroniku je štandard **NIM** (Nuclear Instrument Modules). S hľadiska mechanického usporiadania NIM používa moduly o šírke 19" (48,3 mm), ktorých môže byť do jedného rámu umiestnené maximálne dvanásť. Na prednom paneli modulu NIM sa nachádzajú len prvky pre nastavenie parametrov, konektory, resp. indikácia.

S hľadiska použitia sa rozlišujú impulzy štandardu NIM na:

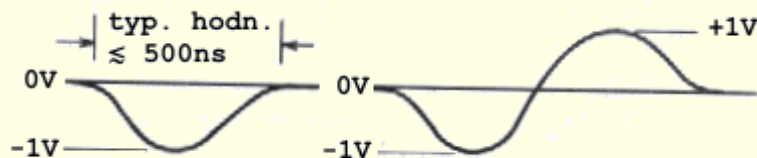
- „**pomalé**“ , ktoré sa používajú v experimentoch jadrovej fyziky nízkych energií, kde početnosť výskytu registrovaných udalostí je relatívne nízka;
- „**rýchle**“ , ktoré sa používajú v experimentoch jadrovej fyziky vysokých energií, kde sa spracovávajú impulzy krátkeho trvania s vysokými operačnými rýchlosťami.

V každej z týchto skupín sa ešte rozlišujú impulzy na:

- **analógové**, ktoré slúžia pre spektrometriu
- **logické**, ktoré slúžia na ovládanie.

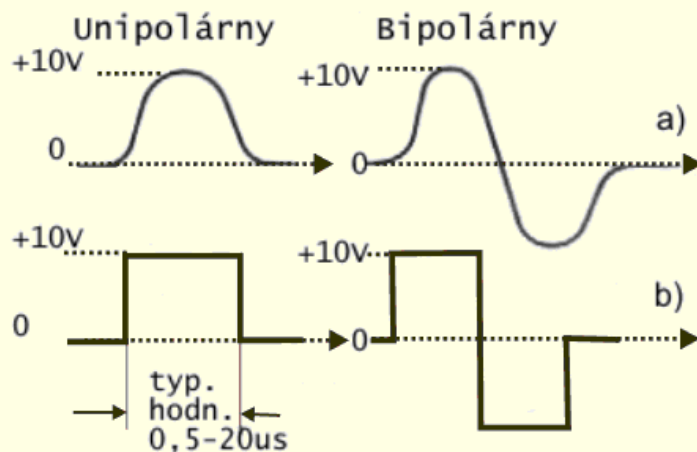
12.1.1 „Pomalé“ impulzy NIM

„Pomalý“ analógový NIM-sigál, pre meranie amplitúdy **v jadrovej fyzike nízkych energií**, môže byť v tvare unipolárnych alebo bipolárnych impulzov. Sigál na výstupe detektora môže mať tvar napäťového impulzu podľa obr. 2-1 s amplitúdou v rozsahu 0 až +1V. Po zosilnení tohto sigálu môže byť jeho amplitúda v rozsahu 0 až +10V, podľa obr. 12-2a.



Obr. 12-1.
Lineárny „pomalý“ NIM-sigál na výstupe detektora.

Trvanie impulzov je prispôbené rozlišovacej schopnosti A/D prevodníkov - od 0,5 μ s do 20 μ s, najčastejšie majú „pomalé“ analógové impulzy NIM trvanie okolo 1-2 μ s. Výstupný odpor zosilňovačov a iných analógových prístrojov je veľmi malý - okolo 1 Ω . Vstupný odpor typického analógového modulu je obyčajne stredne veľký - okolo 1k Ω .



Obr. 12-2.
„Pomalý“ NIM-sigál v tvare unipolárnych a bipolárnych impulzov pre experimenty vo jadrovej fyzike nízkych energií:

- zosilnený analógový sigál,
- logický sigál.

„Pomalé“ **logické impulzy NIM**, slúžiace na ovládanie lineárnych hradiel a inej elektronickej logiky, majú väčšinou **kladnú polaritu**, podľa obr. 12-2b. Ako logické impulzy pre "pomalé" sigály slúži štandard s logickými úrovňami:

- nízkou "L" = 0V (-2V až +1V);
- vysokou "H" = +10V (4V až 10V),

resp. po mohutnom rozšírení používania integrovaných obvodov TTL sa najčastejšie používajú logické úrovne TTL:

- "L"=0V (<+0,8V) ;
- "H"=+5V (>+2,4V).

Typické trvanie čela spúšťacích a ovládacích impulzov by malo byť okolo 0,5 μ s.

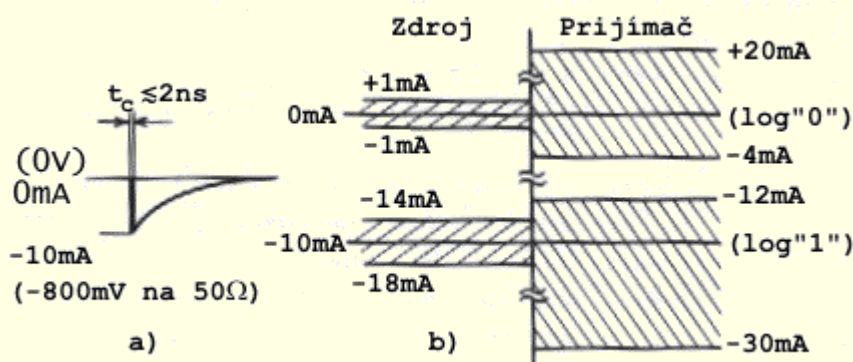
12.1.2 „Rýchle“ impulzy NIM

„Rýchle“ **analogové** impulzy NIM, ktorých amplitúda slúži na meranie energie **vo fyzike vysokých energií**, môžu mať pri priamom zbere z fotonásobiča tvar prúdových impulzov, s amplitúdou v rozsahu 0 až 16mA, s krátkym trvaním čela impulzu (<100ns). Tylo impulzu môže mať exponenciálny tvar podľa obr. 12-3a. Výstupný a vstupný odpor takýchto analogových prístrojov je prispôsobený spojovaciemu káblu - okolo 50 Ω .

"Rýchly" **logický NIM-signal** má tvar prispôsobený pre vysoké operačné rýchlosti počítania impulzov a slúži pre koincidenčné obvody s vysokým časovým rozlíšením a veľmi presné merania časových intervalov. Signály sú definované len pre systémy s prispôbovaným 50 Ω káblom ako **prúdový impulz** s logickými úrovňami:

- "L"=0mA, ktorá sa po prechode cez odpor 50 Ω javí ako napätová úroveň 0V,
- "H"=16 mA ktorá sa po prechode cez odpor 50 Ω javí ako napätová úroveň - 800mV.

Napätové logické impulzy NIM majú teda **zápornú polaritu** (zápornú logickú konvenciu s aktívnym stavom logickej "1" pri -0,8V a pasívnym stavom logickej "0" pri 0V). Pre tvorbu referenčných časových impulzov je dôležité krátke aktívne trvanie čela (od 10% po 90%) záporného impulzu ($t_c < 2ns$). Tylo impulzu môže mať exponenciálny tvar (o trvaní niekoľkých ns), popri prípade impulz môže byť upravený na bipolárny alebo obdĺžnikovitý tvar.



Obr. 12-3.

„Rýchly“ NIM-signal .

- Signály sú definované len pre systémy s prispôbovaným 50 Ω káblom . **Amplitúda prúdových impulzov je od 0mA po 16 mA** , takže amplitúda napätového impulzu je zápornej polarity od 0V po -800mV.
- Logické úrovne prúdových impulzov. Na strane zdroja impulzov musí byť tolerancia rozptylu úrovni menšia než na strane príjemcu.

12.2 ŠTANDARDY PRE SPOJENIE MERACEJ APARATÚRY S POČÍTAČOM

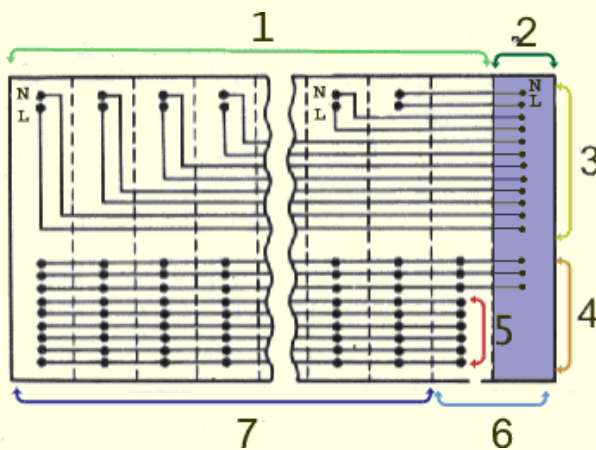
12.2.1 Systém CAMAC

Ako jeden z prvých štandardov pre ovládanie elektronických modulov v experimente a zber číslicovej informácie z nich bol zavedený štandard CAMAC (Computer Application to Measurement and Control - počítačový automatizovaný systém na meranie a riadenie). Základným elementom tohto systému je **modul o jednotkovej šírke 17,2 mm**. Každý modul má 86 kontaktný konektor na báze pozláteného tlačeného spoja, ktorý slúži na prívod nielen napájacích napätí, ale aj pre ovládacie signály a pre dátové signály (24 bit). Podľa potrieb experimentu možno ukladať moduly do štandardizovanej krabice, ktorá sa nazýva rám. Vo veľkom experimente sú rámy uložené v stojanoch na rôznych miestach podľa potrieb experimentu.

Vďaka štandardizovanému spojeniu s počítačom ako aj štandardizovaným funkčným modulom CAMAC, možno využívať moduly CAMAC od rôznych výrobcov a podľa potreby si jednoducho zložiť, rozširovať a modifikovať aparatúru.

Moduly môžu byť určené:

- pre vykonávanie určitej funkcie – **funkčný modul CAMAC**, napr. prevodník ADC, zdroj VN a pod.
- na sprostredkovanie ovládania zo strany počítača (PC) – **riadiaci modul CAMAC**, napr. kontrolér vytvárajúci interfejs k PC.

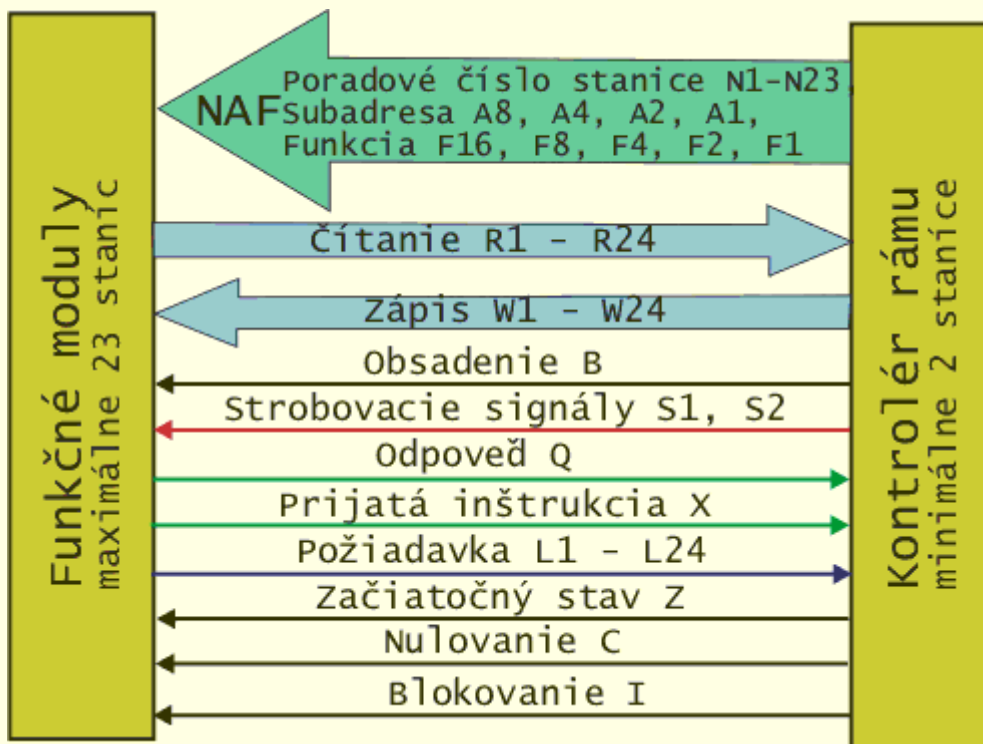


Obr.12-4.

Princíp zapojenia vodičov informačného kanála rámu CAMAC:

1. konektory normálnych staníc;
2. konektor ovládacej stanice
3. zo stanicami spája kontrolér 24 individuálnych vodičov N a L.
4. spoločné vodiče informačného kanála rámu
5. 24 bitova zbernica dát
6. miesto pre kontrolér rámu
7. funkčné moduly – stanice

Rám CAMAC má 25 tzv. staníc t.j. miest s konektorom pre zasunutie max 23 funkčných modulov jednotkovej šírky a jedného dvojnásobne širokého riadiaceho modulu - **kontroléra rámu**, teda môže sa v ňom umiestniť celkom maximálne 23 staníc funkčných modulov CAMAC. Posledná 25 stanica má odlišné použitie konektora (obr. 12-4) a spolu s 24 stanicou slúži ako riadiaci modul – kontrolér na prenos príkazov a na adresovanie jednotlivých staníc v ráme. Jednotlivé moduly komunikujú s riadiacou jednotkou - kontrolérom rámu, poprípade aj medzi sebou prostredníctvom zbernice, ktorá sa nazýva **informačný kanál rámu**.(obr. 12-5)



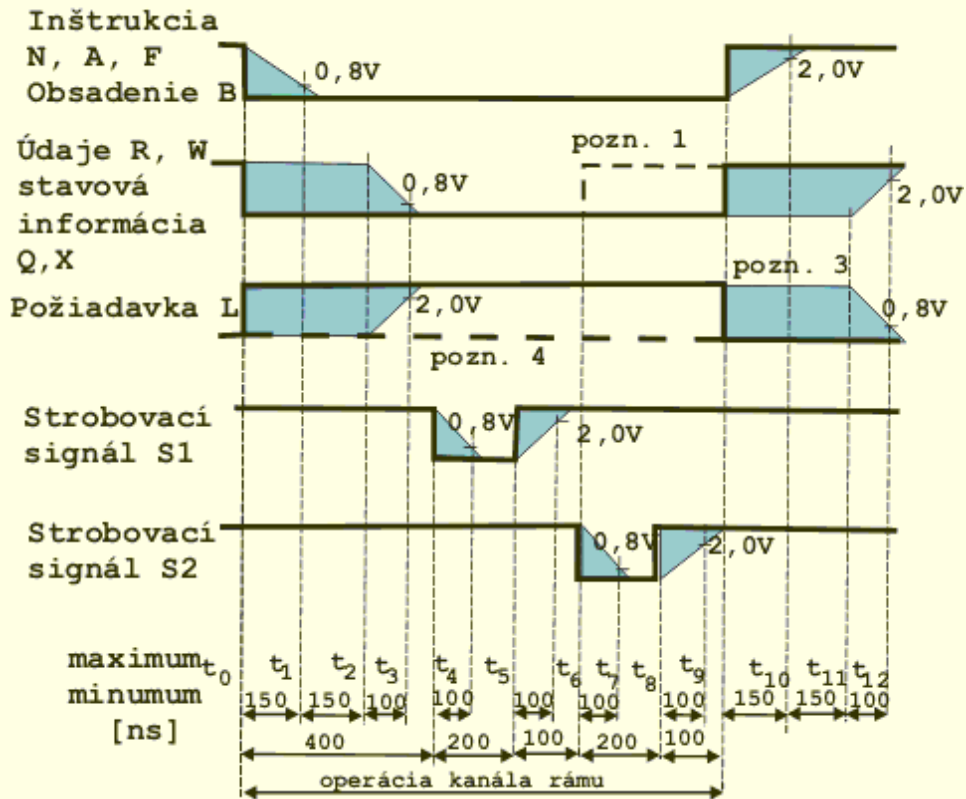
Obr.12-5.

Signály na Informačnom kanále rámu CAMAC, zabezpečujúce ovládanie maximálne 23 staníc – funkčných modulov prostredníctvom kontroléra rámu.

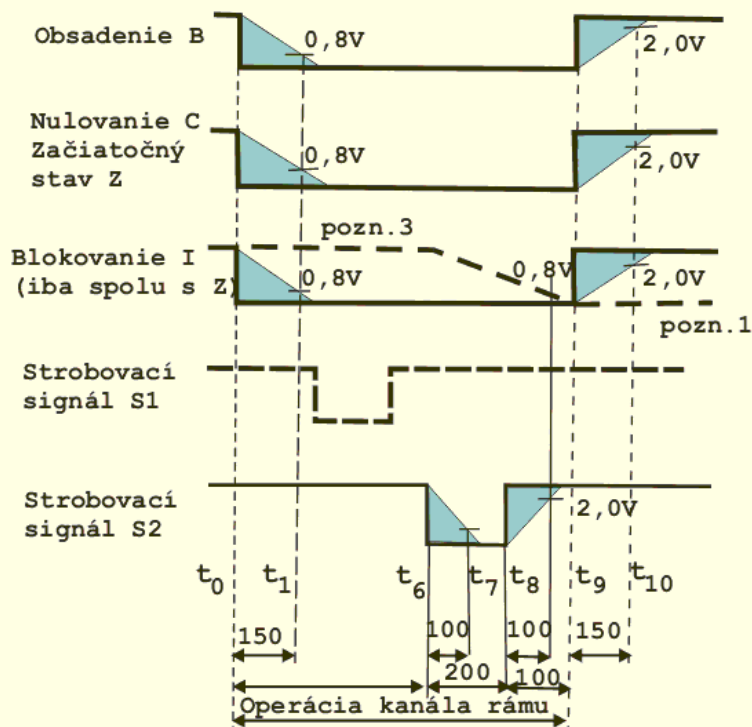
Modul v ráme sa aktivuje adresou (N) stanice, resp. subadresu (A) v module. Túto adresu ešte dopĺňa špecifikácia vykonávanej funkcie (F). Kontrolér rámu má podľa obr. 12-4 prístup do všetkých dvadsiatich štyroch staníc cez konektor na pozícii 25, pomocou individuálnych vodičov N. Obdobnými individuálnym vodičmi sa posielajú reakcia L (Look at me) zo strany modulov normálnych staníc na konektor stanice číslo 25. Činnosť modulu v normálnej stanici je tak ovládaná signálmi NAF, ktoré sa transportujú cez :

- 1 individuálny vodič N,
- 4 zbernicové vodiče subadresy A,
- 5 zbernicových vodičov funkcie F.

Obrázok 12-5 objasňuje komunikáciu medzi kontrolérom rámu a funkčnými modulmi pomocou signálov informačného kanálu rámu. Po aktivovaní modulu prostredníctvom signálov NAF sa môžu do modulu zapísať alebo prečítať dáta pomocou 24 R alebo 24 W zbernicových vodičov v okamihu výskytu strobovacieho signálu S1, resp. S2 (obr. 12-6a). Pomocou ďalších ovládacích signálov možno spoločne naraz všetky moduly (obr. 12-6b) vynulovať (C - clear), nastaviť do počiatkového stavu (Z - initialize), alebo blokovať (I - inhibit). Počas trvania cyklu CAMAC dostávajú moduly pomocou signálu B (busy) informáciu o zaneprázdnenosti kontroléra. Zo strany modulov dostáva kontrolér odpoveď o akceptovaní inštrukcie (X), a odpoveď na rôzne iné testy (Q). V prípade potreby môže modul individuálnym signálom L požiadať o obsluhu. Výsledná požiadavka L pre kontrolér, zo strany jednotlivých modulov, sa uplatňuje na zbernici počas trvania signálu B - obsadenie, hoci podnet L zo strany modulu môže vzniknúť asynchrónne.



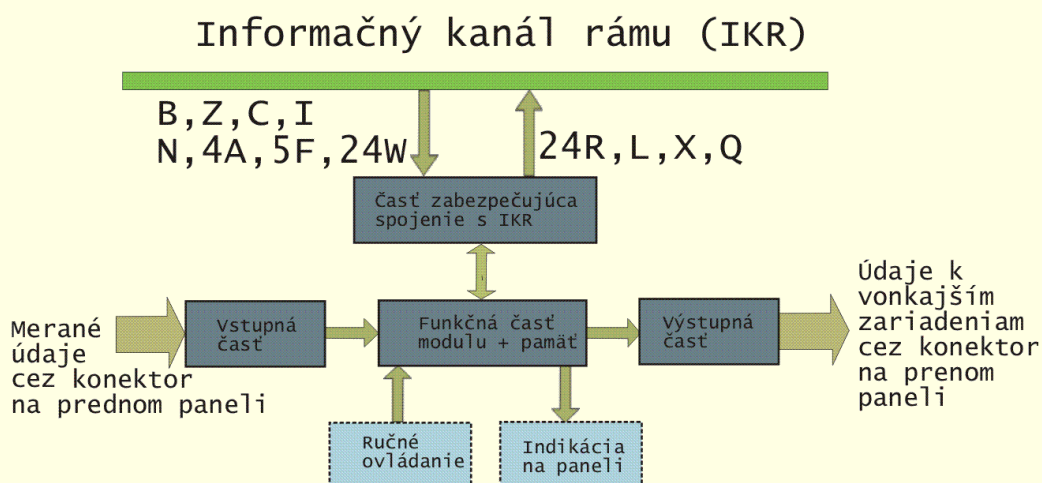
Obr. 12-6a.
Signály na informačnom kanále rámu CAMAC počas inštrukcie s adresou (NAF). Údaje sa zapisujú strobovacím signálom S1.



Obr.12-6b.
Signály na informačnom kanále rámu CAMAC počas bezadresovej inštrukcie (C-nulovanie, Z-inicializácia, I-blokovanie). Stav sa mení po zápise strobovacím signálom S2.

Obrázok 12-7 schematicky zobrazuje modul CAMAC, určený pre vykonávanie určitej funkcie v jadrove - fyzikálnom experimente. Takýto **funkčný modul CAMAC** môže obsahovať nasledujúce súčasti:

- Časť vykonávajúcu vlastnú funkciu modulu, ktorá je charakteristická pre jeho použitie - napríklad pre funkciu počítadla impulzov, prevodníka A/D a pod.
- Ovládaciu časť, ktorá zabezpečuje spojenie so zbernicou IKR (informačným kanálom rámu) a umožňuje distančné ovládanie modulu, napríklad prepínanie, vypínanie a zmenu parametrov merania, definovanie počtu meraní apod.
- Časť styku s obsluhou, uľahčujúcu manuálnu kontrolu v prípade potreby, pomocou ovládacích a indikačných prvkov umiestnených na prednom paneli. Túto činnosť však možno vykonať aj programovo pomocou príkazov CAMAC cez IKR a preto väčšina modulov, aj kvôli zmenšeniu rozmerov a efektívnejšiemu využitiu konektorov, používa moduly jednotkovej šírky bez indikačných a ovládacích prvkov.
- Konektor pre vstup dát z iného prostredia, napríklad signálov z meracej aparatúry.
- Konektor pre výstup dát k ďalšiemu použitiu, napríklad pre tlačiareň alebo pre komunikačné zariadenie prenosu dát.



Obr. 12-7.
Základné súčasti funkčného modulu CAMAC.

Vnútroň obsah **riadiaceho modulu CAMAC**, závisí od zložitosti experimentálneho zariadenia a môže mať prevedenie ako:

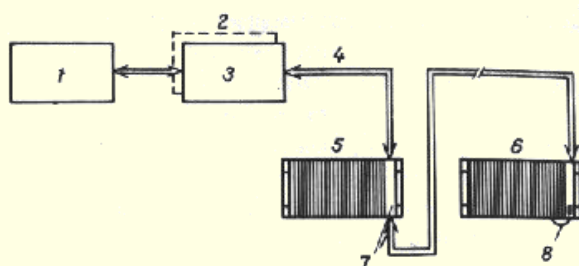
- autonómny kontrolér rámu;
- kontrolér tvoriaci interfejs rámu k určitému počítaču;
- štandardizovaný kontrolér rámu typu A1, ktorý okrem ovládania modulov v ráme umožňuje štandardizované spojenie viacerých rámov ;
- budič vetve, ktorý ako interfejs k počítaču, ovláda niekoľko pripojených vetiev s rámami;
- štandardizovaný kontrolér rámu typu L2, ktorý okrem ovládania modulov v ráme umožňuje štandardizované spojenie viacerých rámov cez sériový komunikačný kanál;

Pre menšie experimenty môže byť kontrolér rámu CAMAC samotnou autonómnou riadiacou jednotkou na báze mikropočítača alebo mikroprocesorového

systemu. Takýto **autonómny kontrolér**, ovláda zber dát z modulov v ráme, ovláda priebeh experimentu, ktorého sú moduly v ráme súčasťou.

Iným variantom ovládania modulov v ráme je pomocou **kontroléra, špecializovaného pre určitý počítač**, ktorý vytvorí rozhranie, ktoré prostredníctvom paralelného pripojenia k zbernici počítača umožní komunikáciu so stanicami v ráme.

Pre experimenty väčšieho rozsahu s elektronikou umiestnenou v niekoľkých rámoch slúži štandard **kontroléra rámu typu A1**. Okrem ovládania staníc v ráme umožňuje tento kontrolér, podľa obr. 12-8, pripojiť maximálne 7 rámov do väčšieho celku, tzv. **vetvy**. Táto vetva potom je pripojená k väčšiemu počítaču pomocou prispôbovacieho obvodu, tzv. **budiča vetvy**. Prístup k jednotlivému modulu zo strany počítača sa potom rozšíri o 3 bit adresy vetvy Cr, takže celkom na aktiváciu modulu v normálnej stanici treba 17 bit slovo CrNAF (3 Cr, 5 bit N, 4 bit A, 5 bit F). **Prenos dát sa vykonáva paralelne** prostredníctvom 24 separovaných vodičov R pre čítanie a 24 separovaných vodičov W pre zápis.



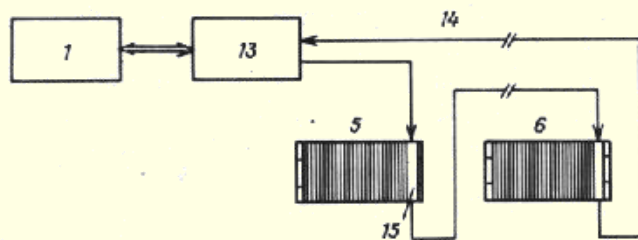
Obr. 12-8.

Vetva CAMAC - paralelný spôsob prenosu 24 bit dát medzi počítačom a modulmi CAMAC, v maximálne 7 rámoch:

- 1 - počítač;
- 2 a 3 - budiče vetvy - riadiace bloky pre vetvu;
- 4 - kanál vetvy (66 signálov s paralelnou informáciou);
- 5 a 6 jednotlivé rámy CAMAC;
- 7 - kontrolér rámu typu A;
- 8 - zakončenie na prispôbovanie kábla.

Pre aparáturu rozloženú na veľkej ploche možno prostredníctvom špeciálnych sériových kontrolérov typu L2 spojiť až 62 rámov tak, ako to ilustruje Obr. 12-9. V rámci rámu komunikujú moduly CAMAC a kontrolér rovnako ako v predchádzajúcom prípade paralelného prenosu. Prenos informácie medzi kontrolérmi sa vykonáva bajtovo organizovaným sériovým prenosom cez jednožilový kábel.

Obecne pri meraniach na aparátуре CAMAC, pospájanej sériovo alebo paralelne, sa základné ovládanie elektroniky v ráme a predspracovanie nameraných údajov najčastejšie vykonáva autonómne, na vzdialenom mieste, pri meracej aparátуре a do hlavného počítača sa prenášajú len vytriedené výsledky meraní.



Obr. 12-9.

Sériový kanál CAMAC - sériový spôsob pripojenia max 62 rámov k počítaču:

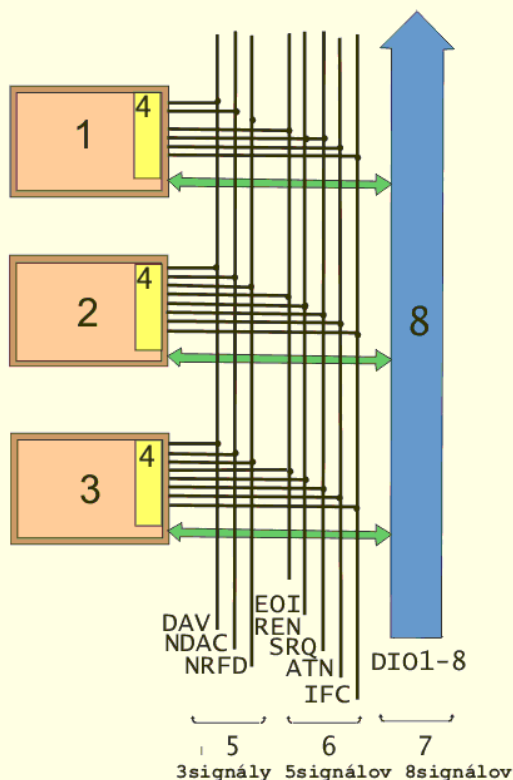
- 1 - počítač;
- 13 - budič sériového kanála;
- 14 - kábel (2 vodiče pre sériový bajtovo organizovaný prenos dát);
- 5 a 6 jednotlivé rámy CAMAC;
- 15 - kontrolér rámu typu L2.

12.2.2 Systém FASTBUS

Na princíp modularity systému CAMAC nadväzuje aj novší rýchly počítačový systém na zber a spracovanie informácie **FASTBUS**, založený na použití rýchlych integrovaných obvodoch ECL a mikroprocesorov. V systéme FASTBUS má trvanie pracovného cyklu 100ns, čo je 10 krát kratšie trvanie ako v systéme CAMAC. Systém FASTBUS používa 32 bitovú zbernicu pre údaje a adresy, čím lepšie vyhovuje podmienkam moderných experimentov fyziky vysokých energií na veľkých urýchľovačoch. Základom jeho modulárneho systému je jednotka, nazývana **segment**. Moduly segmentov sú v ráme pospájané vnútornou zbernicou tzv. **komunikačným rozhraním SI** (Segment Interconnect - SI). Segmenty na tejto zbernici môžu, podľa typu operácie, dynamicky byť raz aktívne (master) a raz pasívne (slave). V systéme FASTBUS sú jednotlivé SI v rámoch vzájomne pospájané cez spojový modul (Cable Segment). Systém FASTBUS ilustruje trend automatizácie a ovládania zložitých experimentálnych zariadení pomocou moderných počítačov.

12.2.3 Zbernica IMS-2

Snaha o unifikované spojovanie rôznych meracích prístrojov za účelom ich ovládania a zberu informácie viedlo firmu Hewlett Packard k vytvoreniu univerzálnej asynchrónnej zbernice HP-BUS. Táto 8 bitová zbernica je známa tiež ako GPIB - General Purpose Interface Bus. Protokol GPIB je tiež štandardizovaný americkou normou IEEE 488, poprípade je tiež známy ako norma **IMS-2**. Mnohí výrobcovia dopĺňujú svoje prístroje rozhraním IMS-2, ktoré môže byť realizované ako jednoúčelový obvod vysokej integrácie, čím uľahčujú spojenie týchto prístrojov s počítačom, predovšetkým **pre podmienky menších laboratórnych experimentov**.

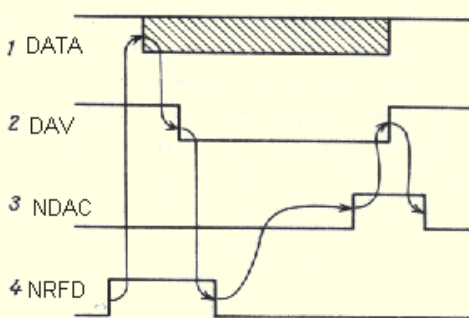


Obr. 12-10.

Zbernica IMS – 2. Hlavným dirigentom je kontrolér C, ktorým môže byť napr. počítač. Meracie prístroje alebo iné zariadenia, ak sú aktívnym zdrojom dát sú hovorcom T alebo sú poslucháčom L, ak sú len príjemcom dát.

- 1 - Počítač (kontrolér C - Controller);
- 2 - Prijímač (poslucháč L - Listener);
- 3 - Vysielač (hovorca T - Talker);
- 4 - Ovládacia logika zbernice;
- 5 - Signály korešpondenčného cyklu riadiaceho prenos dát;
- 6 - Signály, ktoré riadia tok informácií po zbernici;
- 7 - Údaje (adresa) príkazu;
- 8 - Údaje (8 - bit dáta);

Jednotlivé prístroje v štandarde IMS-2 sú sériovo pospájané káblom s 25 kolíkovým konektorom. Kábel tvoriaci zbernicu IMS-2 pozostáva z 8 dátových vodičov (DIO), 3 signálnych vodičov pre korešpondenčné riadenie prenosu (DAV, NRFD, NDAC) a 5 signálnych vodičov (IFC, ATN, SRQ, REN, EIO), ktoré riadia tok informácií po zbernici. IMS-2 používa zápornú logickú konvenciu TTL s aktívnym stavom logickej "1" pri 0V a pasívnym stavom logickej "0" pri +5V. Korešpondenčný cyklus prenosu dát po zbernici IMS-2 objasňuje obrázok 12-11.



Obr. 12-11.

Časový diagram trojsignálového korešpondenčného cyklu riadiaceho prenosu dát po zbernici IMS-2:

- 1 - Údaje (DIO - dáta);
- 2 - DAV (Data Valid) - oznam vysielača o pripravenosti na prenos;
- 3 - NDAC (Not Data Accepted) - dáta v prijímači nie sú ešte prijaté;
- 4 - NRFD (Not Ready For Data) - prijímač nie je pripravený na príjem.

Pred zahájením prenosu dát na obr. 12-11 nie sú na dátovej zbernici platné dáta a signál DAV, potvrdzujúci platnosť dát, preto nie je aktívny. Pripravenosť prijímacích modulov prečítať dáta vyjadrujú signály NDAC a NRFD. Prijímací modul - poslucháč L (Listener) pokiaľ je pripravený na príjem generuje aktívny ("L") signál NRFD a následne modul vysielača T (Talker) vyšle dáta a aktivuje signál DAV ("L"), čím oznamuje platnosť dát. Potvrdenie príjmu dát sa vykonáva pomocou aktívneho ("L") signálu NDAC, na základe ktorého sa skončí platnosť dát DAV.

Všetky dáta, adresy a príkazy sa prenášajú cez 8 bitovú zbernicu v tvare ASCII kódu. 128 z ASCII znakov je k dispozícii pre adresu a príkazy (31 na adresu vysielača, 31 na adresu prijímača a 32 na príkazy (v kombinácii s riadiacim signálom ATN). Funkčné jednotky (moduly), pripojené k zbernici IMS-2 sa delia na riadiace jednotky - kontroléry C (Controller, často počítač), vysielačie jednotky - hovorcovia T (Talker) a prijímacie jednotky - poslucháči L (Listener). Kontrolérom C môže byť súčasne len jedno zariadenie. Ostatné funkčné moduly sa môžu prepínať z režimu príjmu na vysielenie. Maximálna dĺžka spoja medzi zariadeniami môže byť do 2 m, celková dĺžka zbernice - 20m.

KONTROLNÉ OTÁZKY

1. Aké výhody prináša štandardizácia analógovej časti elektronickej aparatúry pre jadrovo – fyzikálne experimenty?
2. Aké výhody prináša štandardizácia ovládacej časti elektronickej aparatúry pre automatizáciu procesu zberu dát v jadrove – fyzikálnom experimente?
3. Porovnajete ovládanie aparatúry a zber dát prostredníctvom paralelného kanálu PC, realizovanú individuálnym, neštandardným, spôsobom a pomocou systému IMS-2.
4. Charakterizujte spôsob komunikácie v ráme CAMAC.
5. Porovnajete úlohu kontrolera rámu, budiča vetve a interfejsového kontrolera PC.
6. Charakterizujte typ experimentu, kde je vhodné použiť paralelný a kde je vhodné použiť sériový systém CAMAC.

7. Charakterizujte ako prebieha komunikácia medzi počítačom a modulom CAMAC pri ovládaní činnosti modulu CAMAC prostredníctvom kontroléra rámu.
8. Charakterizujte ako prebieha komunikácia medzi počítačom a modulom CAMAC, prostredníctvom kontroléra rámu, pri plnení potrieb modulu CAMAC.
9. Porovnajzte spôsob komunikácie medzi PC a fyzikálnymi prístrojmi, pripojenými prostredníctvom zbernice IMS-2 a CAMAC.
10. Porovnajzte štandardy IMS-2, CAMAC a FASTBUS z hľadiska rýchlosti spracovania dát a z hľadiska objemu údajov.

SÚHRN

V súčasnosti sa veľká časť elektroniky potrebnej pre jadrovo-fyzikálny experiment skladá so štandardných modulov, ktoré sa zasúvajú do rámov - štandardných krabíc s konektormi a napájaním. Modul s modulom sú vzájomne poprepájané pomocou káblov cez konektory na prednom paneli. Aby bolo možné garantovať ľubovoľnú rekonfiguráciu a vzájomnú zameniteľnosť modulov treba zabezpečiť, aby aspoň počnúc od výstupu predzosilňovača tieto štandardné moduly mohli pracovať s rovnakými úrovňami signálov a výstupnými impedanciami. Najznámejšie modulárne usporiadanie pre analógovú jadrovú elektroniku je štandard **NIM** (Nuclear Instrument Modules).

Spojenie meracej aparatury s počítačom za účelom ovládania elektroniky a automatizovania zberu informácie z elektronických modulov možno realizovať rôznym spôsobom. Počnúc jednoduchým stykom cez paralelné alebo sériové rozhranie počítača na báze „individuálnej“ koncepcie experimentátora, cez unifikovaný systém zbernice IMS-2, až po počítačový automatizovaný systém na meranie a riadenie **CAMAC**, resp. jeho novšiu, urýchľovačovú, modifikáciu **FASTBUS**. Výber vhodného spôsobu spojenia s počítačom závisí od veľkosti a potrieb experimentu, od budúcich plánov na rozširovanie a modifikovateľnosť experimentu a v neposlednej rade aj od finančných možností.



Návrat z acrobat readera - ✖ (zatvorením okna)