

## Стандарт FIP

FIP е стандарт за индустриални мрежи от тип FieldBus. Създаден е като съвместна разработка на фирмите Honeywell, Modicon и Telemecanique. Записан е в регистъра FieldBus Standartisation от 10 години. Комуникационният и протокол е специфициран като част от европейския стандарт за FieldBus - EN50170.

### **Предназначение**

- осъществяване на връзка между ниво 0 (датчици и изпълнителни механизми) и ниво 1 (промишлени управляващи устройства) в системите за автоматизация;
- извличане на информация за състоянието на индустриалния процес и неговите съоръжения без да се нарушава работата в реално време.

### **Функционални характеристики**

FIP позволява всяко устройство, свързано в мрежата да получи информация от което и да е друго. Разпространението на данните е организирано на базата на модела "производител - дистрибутор - консуматор", при който една и съща информация е достъпна за всички възли в мрежата. Комуникационният протокол предоставя на следните видове обмен на данни:

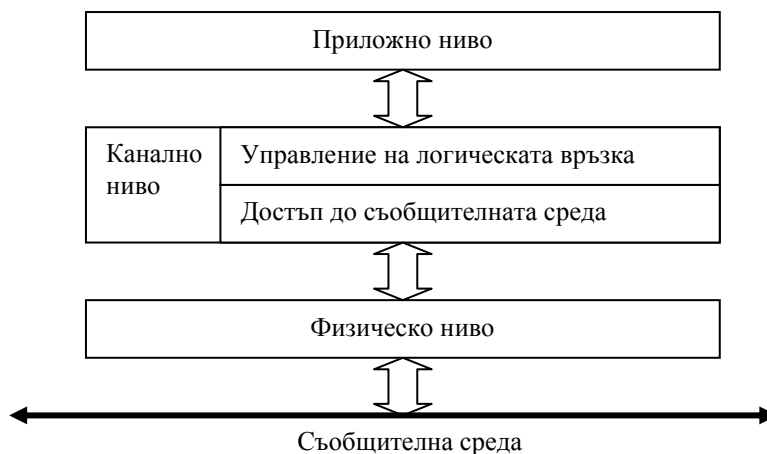
- **цикличен обмен** (cyclic)- осъществява се периодично, независимо от конкретни условия;
- **асинхронен обмен** (events)- осъществява се само при промяна на данните или при настъпването на външни събития;
- **обмен на съобщения** (messages)- осъществява се само по заявка.

### **Предимства**

- **икономически**- намаляване на разходите за окабеляване, спестяване на разходи за проектиране, инсталация и поддръжка;
- **технически**- отворен достъп до информация за всички възли, гарантирано време за отговор, висока надеждност;
- **експлоатационни**- лесна поддръжка и модификации.

## Архитектура на FIP

Изградена е от три слоя съгласно еталонния модел на ISO за OSI:

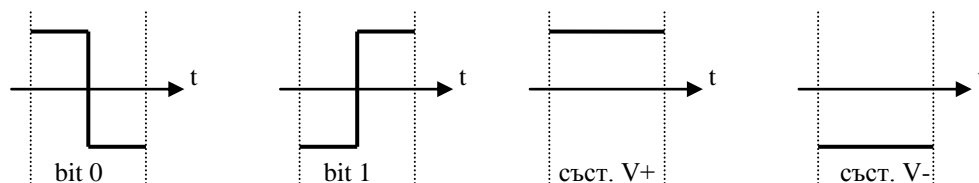


## Физически слой

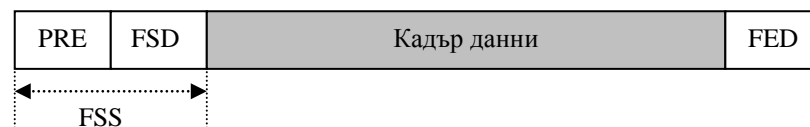
Осигурява прехвърляне на битови поредици под формата на сигнали по съобщителната среда. Обменът се извършва между една предаваща система и всички останали системи в мрежата.

Основни характеристики:

- тип на съобщителната среда- осукана двойка или оптичен кабел;
- 3 скорости за обмен по осукана двойка:
  - S1 = 31.25 Kbit/s - ниска скорост;
  - S2 = 1 Mbit/s - стандартна скорост;
  - S3 = 2.5 Mbit/s - висока скорост;
- скорост на обмен по оптичен кабел- 5 Mbit/s;
- логическо кодиране на битовете- на база на код Manchester, позволяващ едновременно предаване на данни и синхросигнали;
- логическо кодиране на управляващи поредици- по ниво;



- физическото ниво опакова получените кадри в следния формат:



където **FSS (Frame Start Sequence) = PRE + FSD**,

и **PRE**, **FSD** и **FED** са управляващи последователности с дължина 8 бита при следния смисъл:

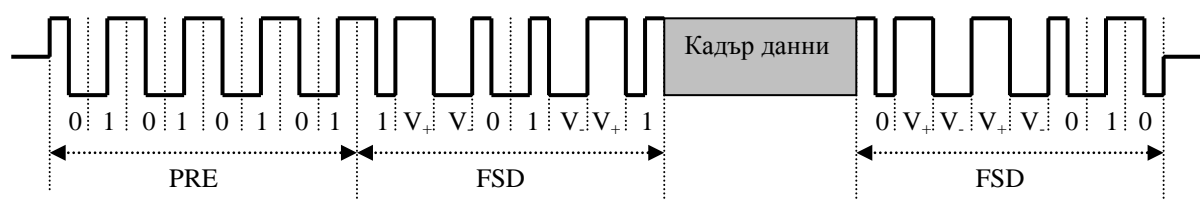
- **PRE (Preamble) = 10101010**. Служи за синхронизация на приемника при определяне на границите на битовете;

- **FSD (Frame Start Delimiter)**, **FED (Frame End Delimiter)**-ограничители на кадъра с уникални стойности:

$$\mathbf{FSD = 1 V_+ V_- 0 1 V_- V_+ 1}$$

$$\mathbf{FED = 0 V_+ V_- V_+ V_- 0 1 0}$$

- формат на кадъра изразен чрез логическите нива на сигнала:



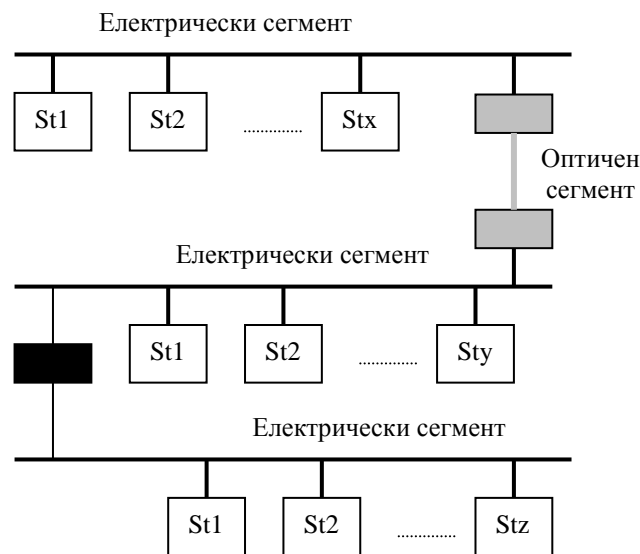
### Видове топологии

Определят се от използването на електрическа и оптична съобщителна среда. Базова е шинната топология, реализирана чрез електрическа съобщителна среда:

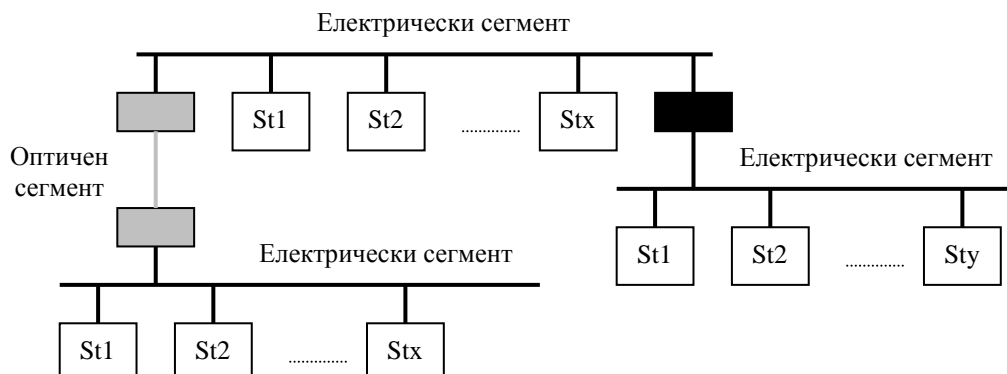


Използването на повторители "оптика/електричество" и "електричество/електричество" позволява създаване на по-сложни топологии:

- **линейна структура**- позволява увеличаване на цялостната дължина на мрежата:



- **дървовидна или звездообразна структура**- позволява увеличаване на цялостната площ на мрежата:



- **смесена структура**- позволява компромис между дължината на мрежата и покриваната площ.

### **Канален слой**

Според модела на ISO за OSI каналният слой се състои от два подслоя:

- **MAC** (Medium Access Control)- управление на достъпа до съобщителната среда;
- **LLC** (Logical Link Control)- управление на логическата връзка.

Във FIP предназначението на каналният слой е да осигури обмен на данни (променливи и съобщения) между възлите на мрежата. Функциите на подслоеве MAC и LLC взаимно се допълват и за това каналният слой ще бъде разгледан като цяло.

Принципи на изграждане:

- централизирано управление на достъпа до съобщителната среда;
- модел за обмен на данните от типа "производител - дистрибутор - потребител";
- предаване на данните до всички в режим broadcast.

### **Модел "производител - дистрибутор - потребител"**

Моделът отразява пътя, по който достигат до своето предназначение, като се използва аналогията на достигане на една стока до своя потребител.

Възлите в мрежата условно се делят на три типа:

- **производител (P)**- създава стойността на някаква променлива и има задължението да я разпространява към възлите които я използват;
- **потребител (C)**- използва стойностите на променливите, създадени от производителите;
- **дистрибутор** или **арбитър (A)**- определя реда и времето на разпространение на стойностите на променливите.

**Структура на модела:**

- използва се глобална идентификация на променливите в рамките на цялата мрежа;
- всяка променлива има уникален идентификатор- двубайтово число, известен на всички възли в мрежата;
- всяка станция в мрежата може да бъде едновременно производител и потребител;
- всяка променлива има само един производител и множество потребители;
- дистрибутор в мрежата е само една станция;
- дистрибуторът съдържа списък на идентификаторите на мрежовите променливи и честотата с която те трябва да се разпространяват към потребителите.

**Последователност на обмена:**

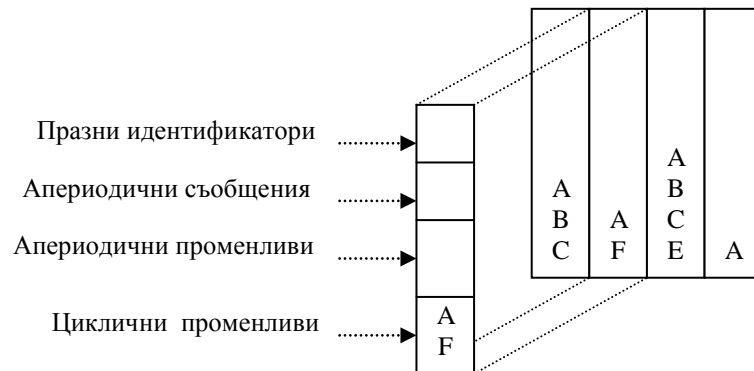
- дистрибуторът излъчва до всички в мрежата идентификаторът на поредната в списъка променлива (**ID\_DAT\_x**);
- всички възли приемат идентификатора;
- когато производител на променлива разпознае нейния идентификатор, той отговаря излъчвайки в мрежата нейната текуща стойност (**RP\_DAT\_x**);
- стойността на променливата става достъпна на всички потребители.





- аperiодичният трафик включва обмен на променливи и на съобщения по заявка на някой от възлите в мрежата;
- ако такива заявки липсват елементарният цикъл се запълва от дистрибутора чрез излъчване на празни идентификатори;
- празните идентификатори не предизвикват реакция в нито един производител.

Така всеки елементарен цикъл се формира от до четири прозореца, определящи следните типове обмен:



### Аperiодичен обмен на променливи

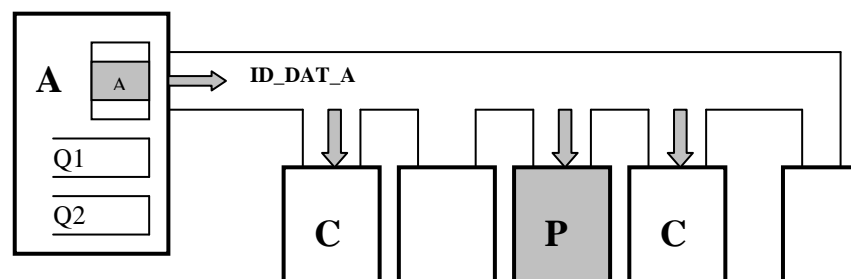
Включва три етапа.

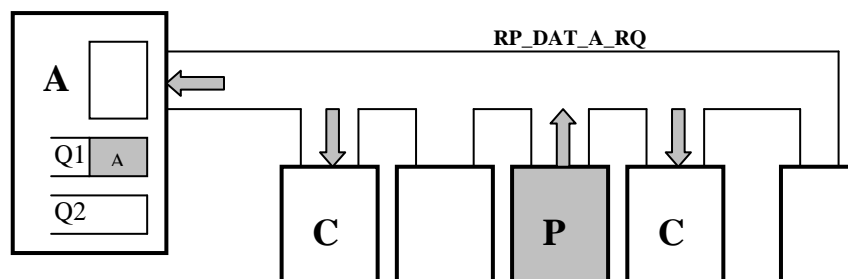
#### Първи етап

По време на периодичният обмен производителите издават заявки за аperiодичен обмен на променливи при следната последователност:

- дистрибуторът излъчва идентификаторът на поредната променлива за периодичен обмен (**ID\_RQ\_x**);
- производителят на променливата отговаря с нейната стойност и същевременно вдига флаг за аperiодичен трансфер в предвидено за целта контролно поле на отговора (**RP\_DAT\_x\_RQ**);
- при получаване на отговора дистрибуторът поставя идентификатора на променливата в опашка на заявките за аperiодичен обмен Q1.

Пример за подаване за заявка за аperiодичен обмен заедно със стойността на променливата A:



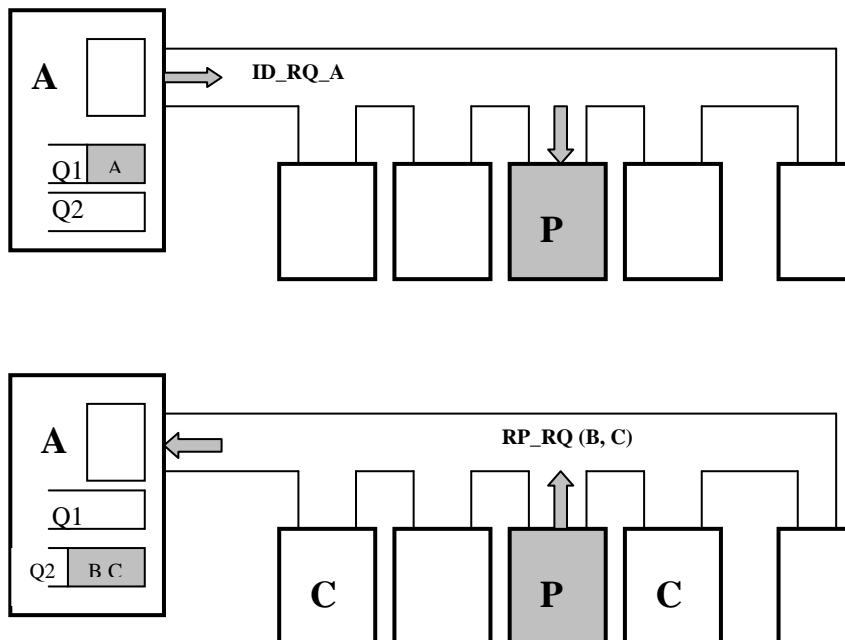


### Втори етап

Във времето за аperiodичен обмен се извършва уточнение на идентификаторите на заявените променливи. Извършва се при следната последователност:

- дистрибуторът извлича поредният идентификатор от опашката Q1 и приканва производителя за уточняване на заявката за аperiodичен обмен (**ID\_RQ\_x**);
- производителят, издал заявката за аperiodичен трансфер, отговаря със списък от идентификатори на променливи;
- при получаване на отговора дистрибуторът поставя тези идентификатори в опашката на променливите за аperiodичен обмен.

Пример за уточняване на заявката за аperiodичен обмен подадена заедно със стойността на променливата A:

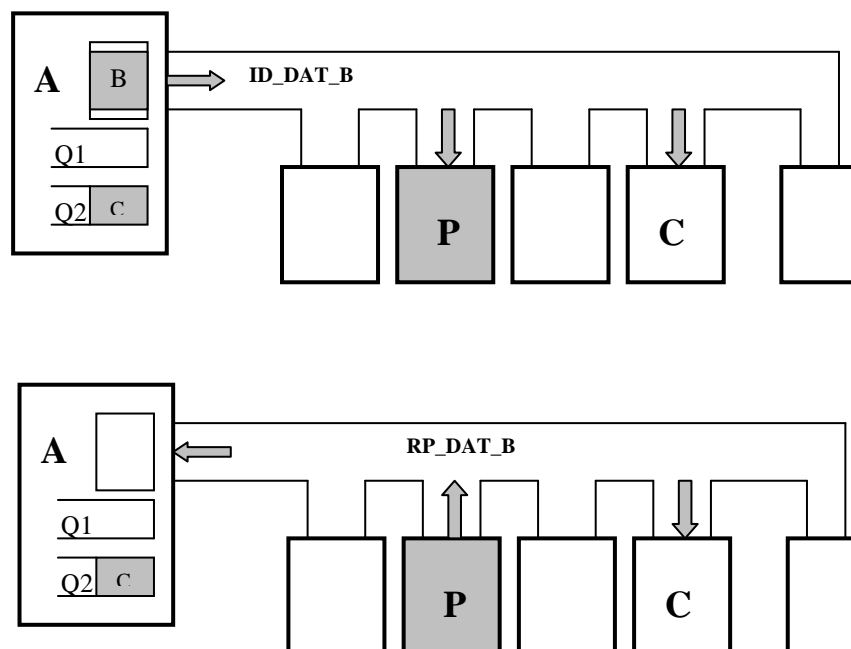




### Трети етап

Извършва се обмен на стойностите на променливите от опашката Q2 в същата последователност както при периодичния обмен.

Пример за аperiodичен обмен на стойността на променливата B:



### Аperiodичен обмен на съобщения

Възможни са две модификации:

- обмен на съобщения без потвърждение: нисконадежден, но с възможност за групово адресиране;
- обмен на съобщения с потвърждение: високонадежден, но с възможност само за индивидуално адресиране.

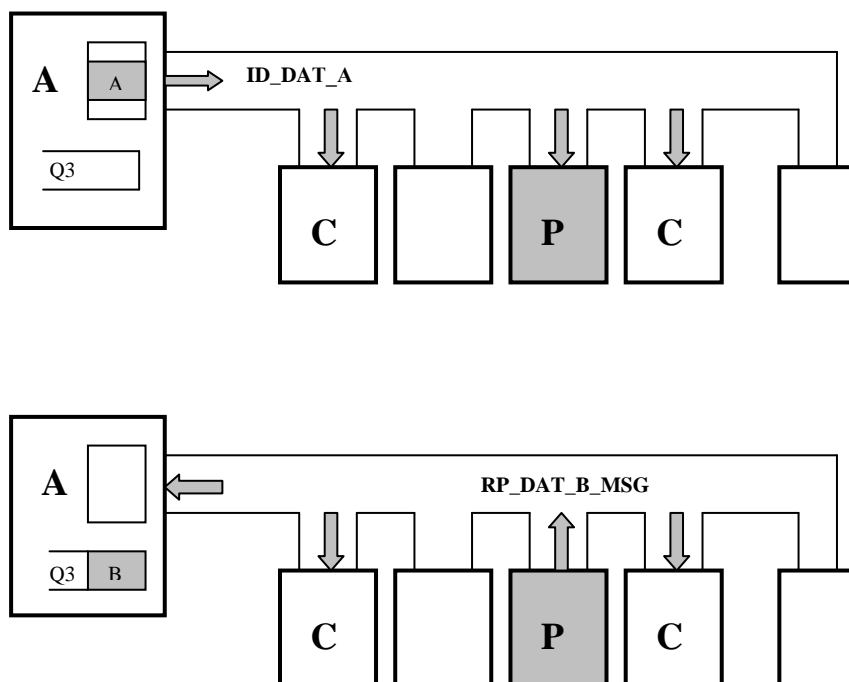
И двата варианта включва по три етапа.

### Първи етап

По време на периодичния обмен производителите на променливи издават заявки за обмен на съобщения без потвърждение при следната последователност:

- дистрибуторът излъчва идентификаторът на поредната променлива за периодичен обмен (**ID\_RQ\_x**);
- производителят на променливата отговаря с нейната стойност и същевременно вдига флаг за аperiodичен трансфер в предвидено за целта контролно поле на отговора (**RP\_DAT\_x\_MSG**);
- при получаване на отговора дистрибуторът поставя идентификатора на променливата в опашка на заявките за обмен на съобщения Q3.

Пример за подаване за заявка за обмен на съобщение заедно със стойността на променливата A:

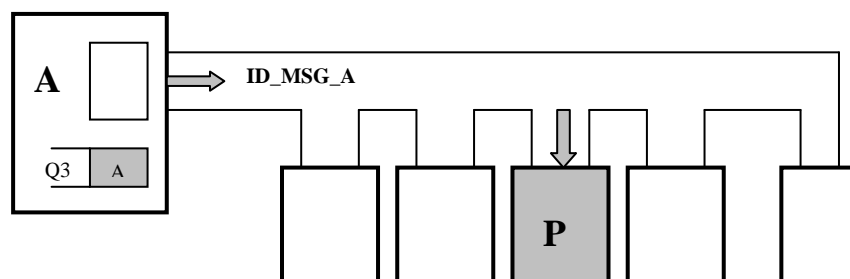


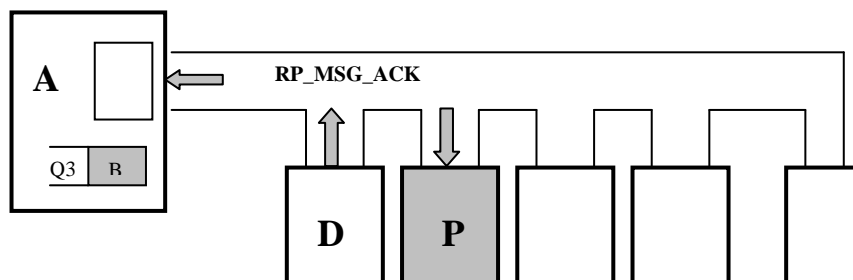
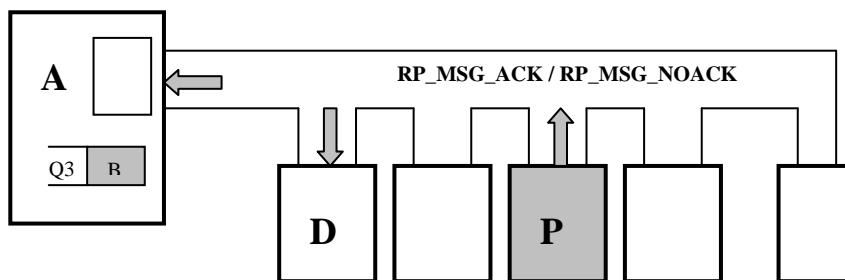
### Втори етап

Във времето за аperiодичен обмен се извършва изпращане на заявеното съобщение при следната последователност:

- дистрибуторът извлича поредният идентификатор от опашката Q3 и приканва производителя за изпращане на заявеното съобщение (**ID\_MSG\_x**);
- производителят изпраща заявеното съобщение, като указва в контролно поле дали се изисква потвърждение (**RP\_MSG\_ACK**) или не (**RP\_MSG\_NOACK**);
- приемащата съобщението станция изпраща потвърждение, ако такова се изисква.

Пример за изпращане на съобщение, заявено при изпращане на стойността на променливата A:

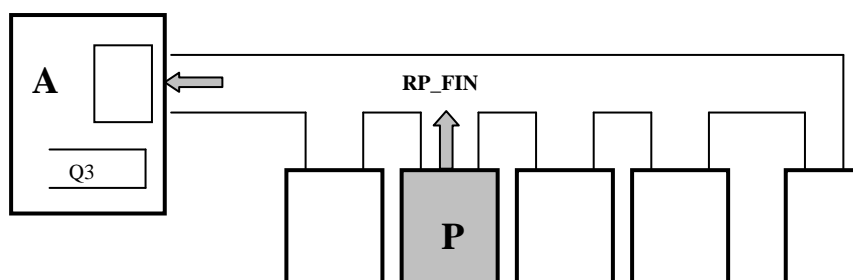




### Трети етап

Производителят изпратил съобщението връща управлението на дистрибутора (**RP\_FIN**), който изтрива заявката от опашката Q3.

Пример:



### Избор на дистрибутор

Мрежите от тип WorldFIP не могат да функционират без наличието на активен дистрибутор. В зависимост от типа на мрежата тий може да бъде определен по два начина:

- **статично**- само един предварително определена станция от мрежата може да изпълнява функциите на дистрибутор. Назначаването на дистрибутора обикновено се извършва чрез задаване на предварително определен мрежов адрес (най- често 0) на някой от възлите. Дистрибуторът не може да бъде сменян по време на работа;
- **динамично**- всяка станция в мрежата притежава функциите на потенциален дистрибутор. Активният дистрибутор на мрежата се определя из между всички възли според специализирана процедура за избор.

#### Процедура за избор на дистрибутор:

- изпълнява се при начално включване или при отпадане на активния дистрибутор;
- базира се на измерване на различни времеинтервали за изчакване от страна на различните възли в мрежата;
- възлите в мрежата разделени на групи с различни приоритети;
- времеинтервалът  $T_w$  за всяка станция е функция на собствения му мрежов адрес и на приоритетът на групата:

$$T_w = p * k * A_p$$

където  $p$  определя приоритетът на групата,  $A_p$  е собствения мрежов адрес, а  $k$  е трансформационен коефициент;

- измерването стартира при откриване на липса на активност по шината в рамките на определен временен интервал;
- станцията, чийто временен интервал изтече първи поема функциите на дистрибутор;
- това ще бъде станцията с най- малък адрес в рамките на най- високоприоритетната група.

#### Откриване на присъствието на станциите

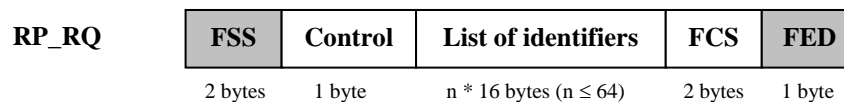
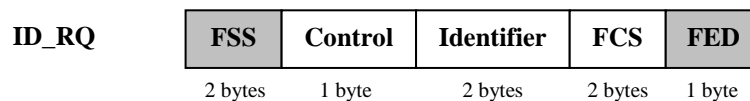
- всяка станция в мрежата отговаря на променливата с идентификатор равен на собствения и мрежов адрес;
- така тя показва соето присъствие в мрежата;
- променливите с идентификатори равни на възможните мрежови адреси се наричат променливи за присъствие;
- дистрибуторът на мрежата следи за присъствието на възможните станции от мрежата и ги обявява за включени или изключени;
- всяка нововключена станция следи първоначално дали друг няма да отговори на собствената и променлива на адреса;
- получаването на такъв отговор означава дублиране на адресите;
- в този случай новата станция не се включва за работа в мрежата.

#### Формат на кадрите

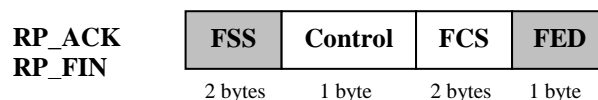
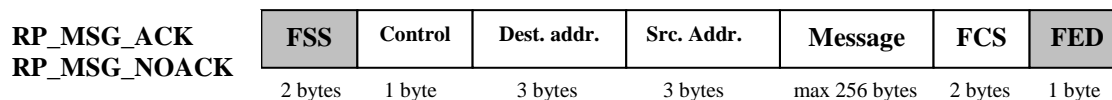
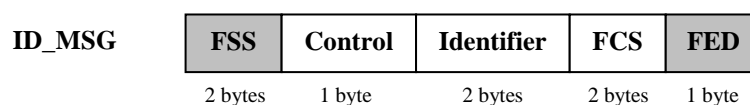
Периодичен обмен на променливи:

<b>ID_DAT</b>	<b>FSS</b>	<b>Control</b>	<b>Identifier</b>	<b>FCS</b>	<b>FED</b>
	2 bytes	1 byte	2 bytes	2 bytes	1 byte
<b>RP_DAT</b>	<b>FSS</b>	<b>Control</b>	<b>Data</b>	<b>FCS</b>	<b>FED</b>
	2 bytes	1 byte	n bytes (n ≤ 128)	2 bytes	1 byte

Апериодичен обмен на променливи:



Апериодичен обмен на съобщения:



### Потребителско ниво

Потребителското ниво използва услугите на каналното ниво и предоставя услуги на потребителските процеси. Наборът от услуги между нивата дефинира интерфейсите между тях.

#### **Интерфейс потребителско ниво - канално ниво**

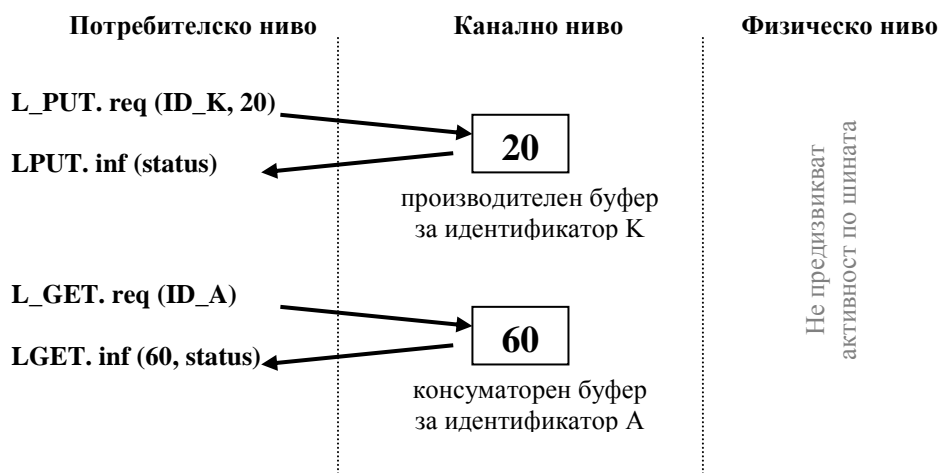
Позволява достъп на потребителското ниво до буферите за входна и изходна информация на каналното ниво.

- **буфери за входна информация** (консуматорни буфери)- стойностите им се променят от мрежата и се четат от потребителското ниво;
- **буфери за изходна информация** (производителни буфери)- стойностите им се променят от потребителското ниво и се четат от мрежата.

Услуги по инициатива на потребителското ниво:

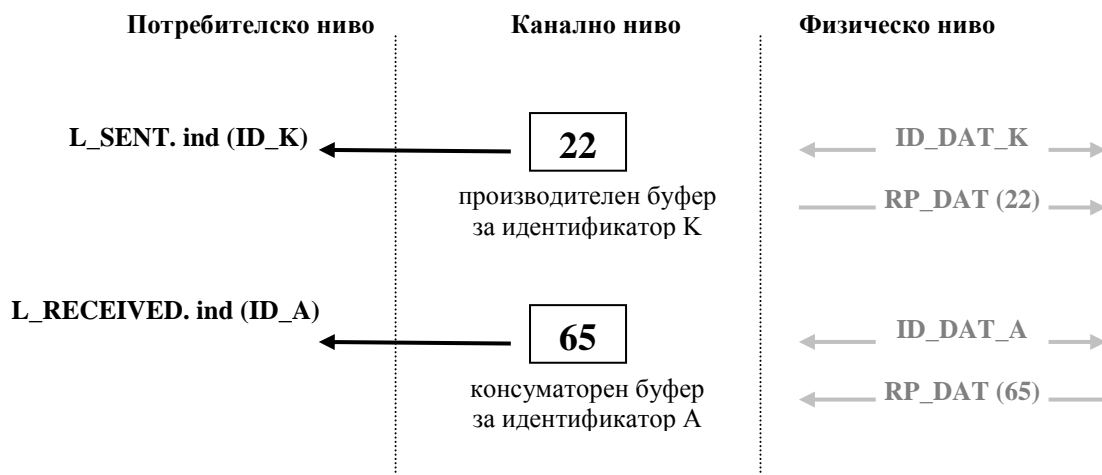
- запис на стойност в производителен буфер;
- четене на стойност от консуматорски буфер.

Пример за запис на стойност в променливата К и четене на стойността на променливата А:



Услуги по инициатива на каналното ниво:

- уведомяване за предадена стойност на производителен буфер;
- уведомяване за приета стойност в консуматорски буфер.

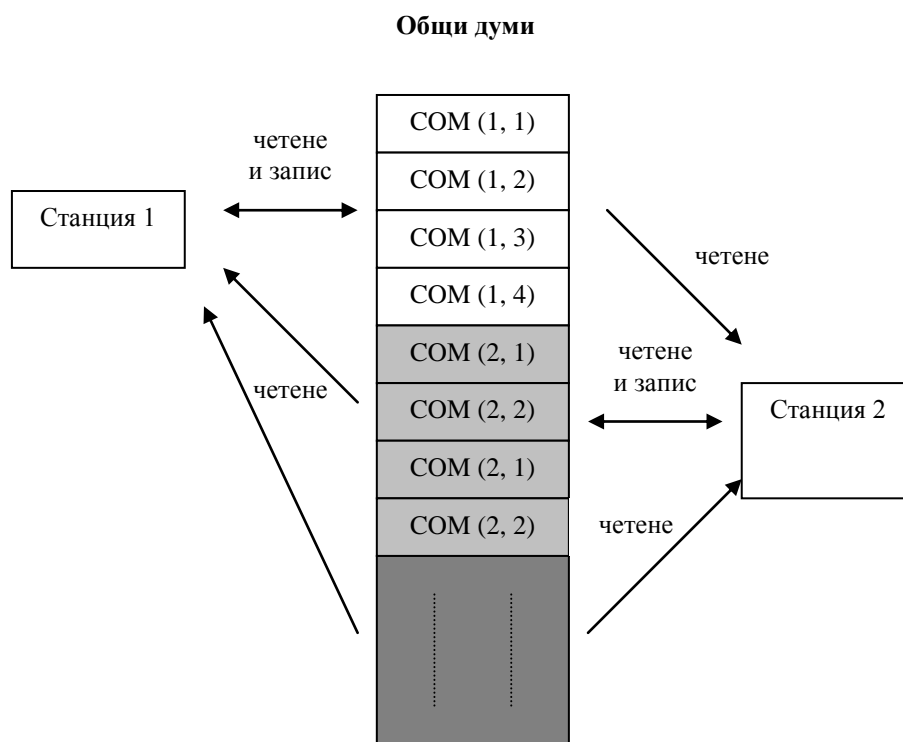


### Интерфейс потребителска програма - потребителско ниво

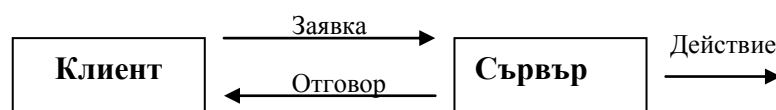
Позволява достъп на потребителската програма до следните видове услуги:

- **дистанционни входи и изходи**- достъп до стойностите на входовете и изходите на отдалечена станция и използването им като свои собствени. Реализира се чрез периодичен обмен;
- **общи думи**- достъп до разпределена база от данни, в която всяка станция участва с определен брой думи.
  - базата е достъпна за четене от всички;
  - всяка станция има право на запис само в своите думи;

- думите се адресират чрез **COM(i, j)**, където *i* е адресът на станцията, а *j* е номерът на думата;
- услугата се реализира чрез периодичен обмен;



- **обмен в режим Client - Server**- позволява обмен на данни между две станции по механизъм 'въпрос - отговор':
  - инициатива има приложната програма на станцията клиент, която издава заявка за услуга;
  - сървърът извършва заявената услуга и връща отговор на клиента;
  - тип на заявките:
    - **достъп до ресурсите на станцията сървър**- ресурсите могат да бъдат вътрешни думи, регистри на функционални блокове (таймери, броячи, моновибратори и др.), входове, изходи и др., а заявките са за четене или запис;
    - **изпращане на команди**- командите могат да бъдат Старт, Стоп, Зареждане на програма и др.
  - обслужването на заявката в сървъра се извършва без участието на потребителска програма;
  - услугата се реализира на базата на аperiodичен обмен;



- **обмен на съобщения**- позволява обмен на произволни данни между две станции. Реализира се чрез аperiodичен обмен;
- **обмен на телеграми**- тази услуга е частен случай на обмена на съобщения.
  - предназначена е за обмен на спешна и приоритетна информация;
  - изпращането на телеграма се извършва без никакво чакане;
  - получаването на телеграма води до прекъсване в приемната страна.

### **Ефективност на WorldFIP**

Индустриалната мрежа WorldFIP показва висока ефективност в случаите на използване на едни и същи променливи от много потребители.

Данните се предават само един път в режим broadcast и всички консуматори ги приемат едновременно .

При другите мрежи една и съща информация трябва да се предава толкова на брой пъти, колкото са нейните консуматори