

**КИЇВСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ  
ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ**

**КАФЕДРА  
ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ПІДГОТОВКИ**

**ПРЕДМЕТ**  
**“ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВІЙСЬКОВИХ**  
**ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ”**

**ТЕМА №17: ЛОГІЧНІ АНАЛІЗАТОРИ І**  
**СПЕЦІАЛЬНІ ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ**  
**ЗАНЯТТЯ №1: ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**  
**ПРО ЛОГІЧНІ АНАЛІЗАТОРИ**

# **НАВЧАЛЬНА МЕТА:**

- 1.Вивчити загальні відомості про логічні аналізатори.**
- 2.Вивчити особливості побудови логічних аналізаторів.**
- 3.Вивчити структурні схеми логічних аналізаторів.**

# **ВИХОВНА МЕТА:**

**1. Виховувати у студентів дисциплінованість і культуру поведінки.**

**2. Виховувати впевненість і винахідливість при вивченні матеріалу.**

**3. Виховувати і розвивати творчий підхід при вивченні матеріалу на занятті і самостійній підготовці.**

# НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1. Класифікація логічних аналізаторів.**
- 2. Особливості побудови логічних аналізаторів.**
- 3. Додаткові входи логічних аналізаторів.**
- 4. Індикація**

# **ПИТАННЯ 1**

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ЛОГІЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ**

**Широке застосування логічних інтегральних мікросхем (а особливо мікропроцесорів) при розробці сучасної радіоапаратури привело до того, що традиційні аналогові осцилографи в багатьох випадках виявилися непридатними для спостереження за проходженням інформації.**

**Це пов'язано насамперед з тим, що при роботі з осцилографом одночасно можливо спостерігати лише обмежене число процесів (максимум вісім), тоді як при роботі з мікропроцесорами дуже часто необхідний одночасний огляд більш 40 процесів.**

**Виникають значні труднощі при спостереженні однократних або неперіодичних логічних процесів. Запам'ятовуючі осцилографи також непридатні із-за малої кількості каналів і недостатньої смуги пропускання.**

**Дуже недосконалий запуск осцилографа (першим імпульсом, який надійшов), що при спостереженні неперіодичних сигналів дає нестійке зображення на екрані ЕПТ (електронної променевої трубки).**

**Навіть головна перевага осцилографів - спроможність вимірювання напруги сигналів - перетворюється в недолік, так як при роботі з логічними інтегральними мікросхемами достатньо знати, в якому стані знаходиться даний вузол (в стані логічної 1 або логічного 0). Надлишкова інформація також утруднює інтерпретацію отриманих даних.**



**Логічний аналізатор - еквівалент осцилографа, спеціально пристосований для роботи з цифровими схемами і вільний від всіх недоліків аналогових осцилографів.**

**Якщо осцилограф показує значення напруги в залежності від часу, то логічний аналізатор показує логічний стан в залежності від числа тактових імпульсів, які надійшли. Таким чином, логічні аналізатори дозволяють перевіряти роботу логічних вузлів в режимі реального часу. Вони сприймають двійкові сигнали і представляють їх в формі, зручній для оператора.**

**Область застосування аналізаторів надзвичайно широка: їх можна використовувати як при розробці і випуску, так і при ремонті різних логічних пристроїв. Крім того, вони зручні і при налагодженні математичного забезпечення як окремо взятих приладів, так і великих інформаційно-вимірювальних систем.**

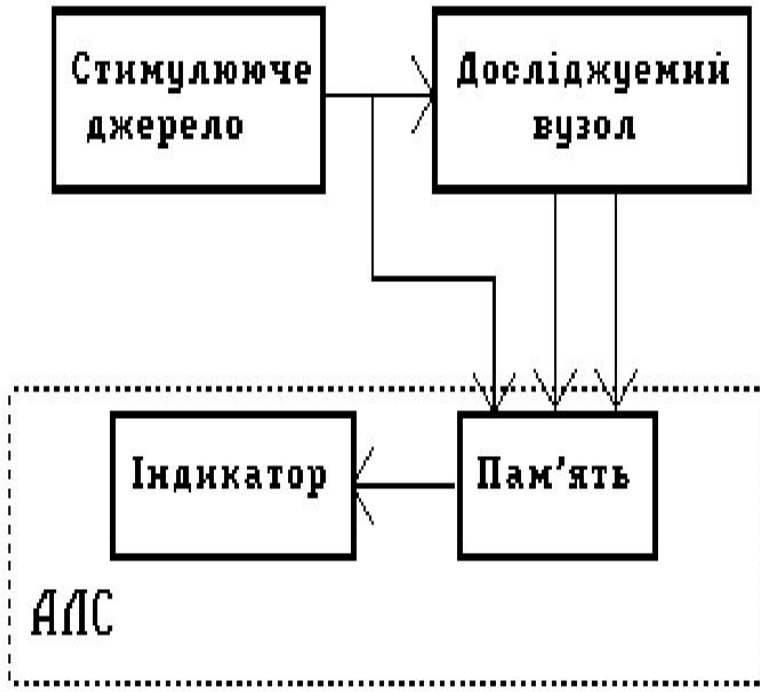
# Класифікація логічних аналізаторів

Принцип роботи логічних аналізаторів полягає в тому, що зміна логічних станів в точках дослідження, перехід з одного логічного стану в інший під дією зовнішніх стимулів записуються у внутрішню пам'ять аналізатора, а після цього відтворюються на екрані індикатора у вигляді, зручному для сприйняття оператором. Наявність в аналізаторі внутрішньої пам'яті дозволяє продивлятися не тільки періодичні, а й одноразові логічні процеси.

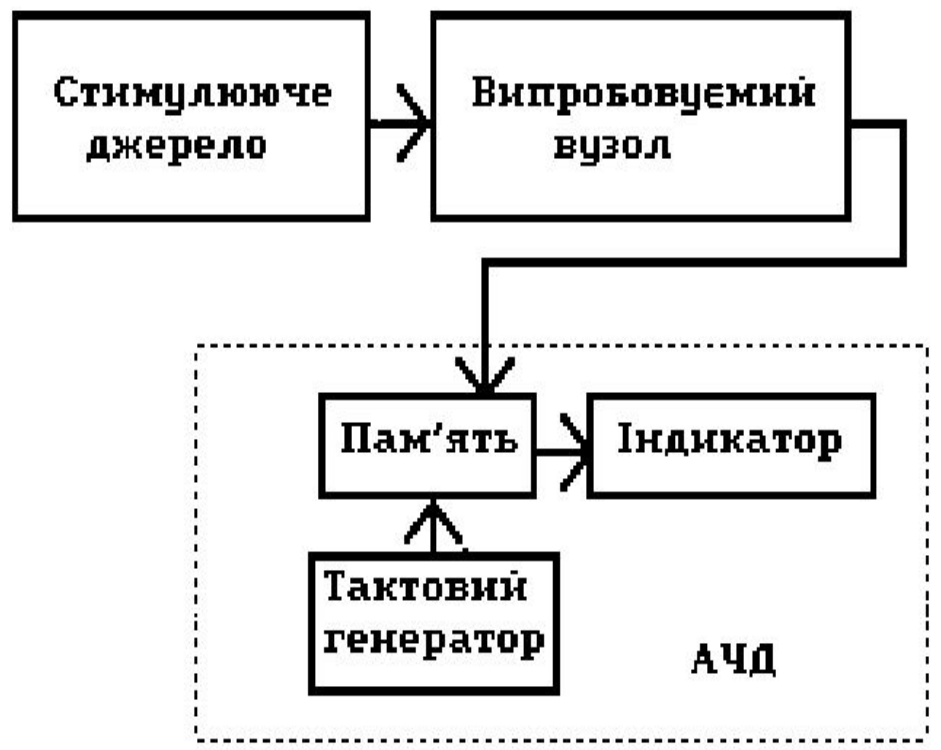
В залежності від наявності внутрішнього генератора та виду індикації логічні аналізатори поділяються на аналізатори логічних станів (АЛС) та аналізатори часових діаграм (АЧД).

**Аналізатори логічних станів використовуються для запису у внутрішню пам'ять сигналу, зовнішнього по відношенні до приладу, в якості якого, як правило, використовуються стимулюючі сигнали, які змінюють логічні стани схем, які використовуються.**

**В АЧД передбачається наявність внутрішнього тактового генератора, який використовується для запису логічного стану в даній точці у внутрішню пам'ять приладу. Структурні схеми використання АЛС та АЧД наведені на рис.1,а,б.**



**а**



**б**

**Рис.1. Структурні схеми логічних аналізаторів:**

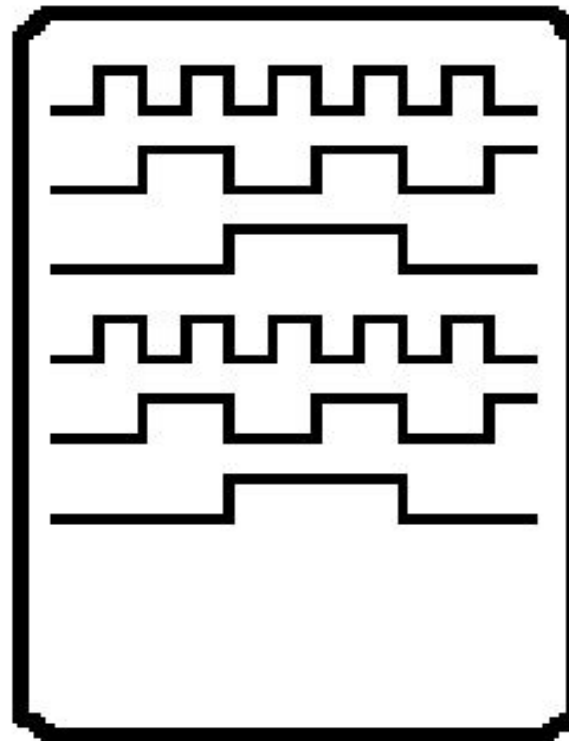
**а - аналізатор логічних станів; б - аналізатор часових діаграм**

**Таким чином, за допомогою аналізатора дані про логічний стан досліджуваного вузла на робочій частоті заносяться у внутрішню пам'ять, перетворюються до виду, зручного для індикації, та відображаються або у вигляді квазічасової діаграми (для АЧД), або у вигляді таблиці істинності (для АЛС) на екрані ЕПТ.**

**В першому випадку дані в пам'ять заносяться синхронно зі зміною логічного стану вузла, який випробовується, а в другому - асинхронно. Тому дуже часто АЛС називають синхронними, а АЧД - асинхронними аналізаторами. Вигляд інформації на екрані ЕПТ наведений на рис.2.**

0000	0000
0001	0001
0010	0010
0011	0011
0100	0100
0101	0101
0110	0110
0111	0111
1000	1000
1001	1001
1010	1010

а)



б)

**Рис.2. Вигляд інформації на екрані ЕПТ:**

**а - таблиця істинності; б - квазічасова діаграма**

**Щоб уникнути втрат інформації в АЧД, необхідно запис в пам'ять вести з частотою, яка в декілька раз перевищує робочу частоту використовуємого вузла (в крайньому випадку в 5-6 разів).**

**Тому тактова частота АЧД завжди вища тактової частоти АЛС. Крім того, внутрішня пам'ять для повного відтворення діаграми зміни логічних станів повинна бути набагато більша, ніж у АЛС.**



**Так, наприклад, найбільша глибина пам'яті АЛС відомих моделей - 64 біта на канал, а для АЧД вона доходить до 2048 біт на канал і більше.**

**Аналізатор часових діаграм частіше всього використовується на початковій стадії проектування при налагодженні апаратних засобів, так як вони дозволяють оцінити відносні затримки між каналами.**

**Завдяки великій глибині пам'яті та спеціальній схемі детектування коротких імпульсів за допомогою АЧД можливе відшукування коротких паразитних імпульсів, існуючих між тактовими імпульсами.**

**Разом з тим АЧД зручний і при роботі із асинхронними системами, наприклад для контролю синхронізації каналу загального користування (КЗК).**

**На кінцевій стадії проектування апаратної частини чи перевірки математичного забезпечення приладів більш зручний АЛС, на екрані якого відображається частина програми в двійковому коді. Багато АЛС мають можливість відображати інформацію не тільки в двійковому, а й у вісімковому, та шістнадцятковому кодах. Деякі АЛС мають додаткові блоки перетворення інформації, що дозволяє отримати на екрані таблицю команд безпосередньо на мові програмування.**

**Деякі АЛС мають додаткові блоки перетворення інформації, що дозволяє отримати на екрані таблицю команд безпосередньо на мові програмування високого рівня.**

**Крім вказаних аналізаторів існують спеціалізовані аналізатори, призначені для вирішення вузького кола задач. Типовим представником таких аналізаторів є аналізатор 814, який призначений тільки для контролю проходження сигналів по КЗК . Існують аналізатори призначені для контролю проходження інформації по шинам мікропроцесорів будь-якого конкретного типу.**

## **ПИТАННЯ 2**

# **ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЛОГІЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ**

# БАГАТОКАНАЛЬНІСТЬ

Таблиця 2.

За допомогою осцилографа одночасно можна розглядати лише два, максимум вісім незалежних процесів. Число каналів в аналізаторах практично обмежується лише ємністю внутрішньої пам'яті та габаритними розмірами індикаторного пристрою. Існують є аналізатори з числом каналів від 2 до 104. Багатоканальні аналізатори зручні при регулюванні та ремонті друкованих плат з комбінаційною та послідовною логікою: регістрами, лічильниками, суматорами і т.д.

**Велика кількість каналів необхідна при перевірці плат пам'яті, різних інтерфейсних плат та особливо мікропроцесорних пристроїв, де тільки адресна шина займає 16 і більше каналів. Очевидно, що для 8-розрядного мікропроцесора, який має 16-розрядну адресну шину, 8-розрядну шину даних і ряд інших ліній, потребує не менше ніж 32-канальний аналізатор.**

# ШВИДКОДІЯ

Перевірка буде ідеальною тільки в тому випадку, якщо вона проводиться на робочій частоті. Таким чином, чим вища швидкодія аналізатора, тим краще. Більшість АЛС мають швидкодію 10-20 МГц, що достатньо для сучасної мікропроцесорної техніки.

Як вже вказувалось, щоб запобігти втратам інформації, АЧД повинні мати більш високу швидкодію. Якщо перші аналізатори такого типу працювали на частоті 10 МГц, то зараз ні одна фірма не випускає аналізатори швидкодією менше 20 МГц. Частота більшості сучасних АЧД 50 та 100 МГц. Однак спостерігається подальший ріст швидкодії. Відомі окремі моделі з швидкодією 200, 300, а також 600 МГц.

**При виборі аналізатора по швидкодії слід враховувати і те, що всі АЧД мають можливість детектувати вузькі паразитні викиди, існуючі між тактовими імпульсами.**

**Чим вища робоча частота аналізатора, тим більш вузькі імпульси він спроможний захоплювати. Як правило, аналізатор з швидкодією 100 МГц спроможний розрізняти паразитні імпульси тривалістю 3-5 нс, а з швидкодією 50 МГц 5-10 нс.**



# СПОСОБИ ЗАПУСКУ

Найпростішим застосованим вже в перших аналізаторах, є запуск по паралельному коду слова (комбінаційний запуск). Якщо аналоговий осцилограф запускається першим перепадом напруги, що найдійшов, що дозволяє продивлятися тільки періодичні сигнали, то аналізатори запускаються по коду паралельного слова, одночасно по всім каналам.

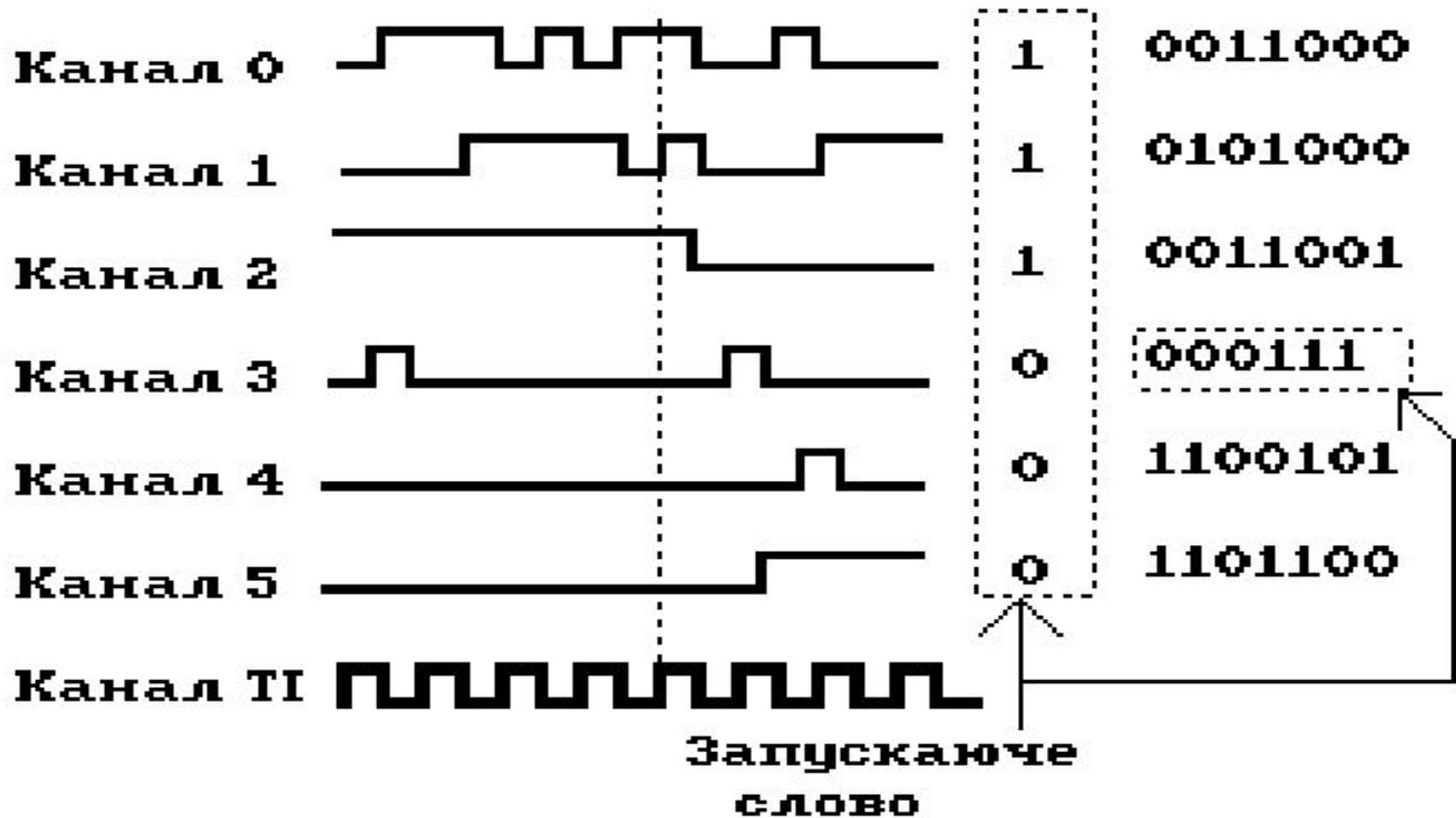
**Неперіодичний сигнал відображається на екрані осцилографа нестійко, так як запуск відбувається у випадковий момент часу. Аналізатор при вірному виборі запускаючого слова дасть стабільну картину, так як запуск буде здійснюватись завжди в одному і тому ж місці проходження інформації. При цьому запускаюче слово повинно бути вибрано так, щоб воно було єдиним в довгій послідовності даних.**

## **ПИТАННЯ 3**

# **ДОДАТКОВІ ВХОДИ ЛОГІЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ**

**Для виявлення моменту запуску в аналізаторах будь якого типу повинен бути компаратор кодів, який порівнює код інформації, яка надходить, з кодом з передньої панелі.**

**При збігу кодів вироблюється сигнал, який запускає аналізатор. Код запускаючого слова вводиться за допомогою або перемикачів, або клавіатури (рис.3).**



**Рис.3.Принцип комбінаційного запуску**

**Як правило, довжина запускаючого слова визначається кількістю каналів.**

**Однак в малоканальних аналізаторах дуже часто можливість по комбінаційному запуску перевищує число каналів. Так, у двоканального аналізатора 820 запуск може здійснюватись 4-розрядним словом. Деякі фірми випускають спеціальні зовнішні пристрої для збільшення довжини запускаючого слова.**

**Якщо використовуються не всі канали, то довжина запускаючого слова може бути зменшена до 1 біта, що еквівалентно запуску по перепаду аналогового осцилографа.**

**Як було вказано, аналізатори фіксують інформацію у внутрішній пам'яті після приходу запускаючого слова. Довжина послідовності спостереження (кількості слів, занесених в пам'ять) залежить тільки від глибини пам'яті кожного каналу.**

**При конструюванні цифрових пристроїв, коли має місце довга послідовність логічних сигналів, часто виникає потреба продивитись “вікно даних”, яке далеко віддалене від запускаючого слова.**

**Для цієї мети служить цифрова затримка, за допомогою якої можливо переміщення “вікна даних” на будь-яку кількість тактових імпульсів. Таким чином, в цьому режимі при одному і тому ж запускаючому слові можна досліджувати програму по частинам. Така затримка еквівалентна часовій затримці аналогового осцилографа.**

**Однак за допомогою часової затримки неможливо точно встановити, скільки імпульсів пройшло до моменту відліку, в той час як аналізатор дозволяє визначити з абсолютною точністю “вікно даних”, необхідне для спостереження.**



**Глибина цифрової затримки у різних аналізаторів - від  $10^4$  до  $10^6$  імпульсів. Чим довше запускаюче слово, тим коротша цифрова затримка.**

**Це пояснюється тим, що в довгій послідовності даних завжди можна вибрати запускаюче слово, віддалене недалеко від потрібного “вікна даних”.**

**Крім цифрової затримки в аналізаторах є режим так званої від'ємної затримки. Якщо, пропускаючи через внутрішню пам'ять інформацію, з приходом запускаючого слова зупинити запис, то в пам'яті залишиться інформація, передуюча моменту запуску, що принципово неможливо при роботі з осцилографом.**

**Такий режим можна використовувати при відшуканні багатьох несправностей, коли спостерігається збій в одному і тому ж місці програми. Якщо в якості запускаючого слова використовувати код збою то можна проаналізувати умови, передуючі цьому збою.**

**В багатьох аналізаторах передбачена можливість затримки запускаячого слова на визначену кількість слів. Цей режим необхідний при роботі з мікропроцесорними системами не дуже часто програма містить цикли і запускаяче слово може повторюватись неодноразово.**

**При необхідності перегляду інформації всередині петлі після  $n$ -го циклу і використовується затримка запуску. В цьому випадку запускаяче слово вибирається всередині петлі і вводиться затримка на  $n$  слів. “Вікно даних” буде вказувати інформацію в середині петлі після проходження  $n$  циклів програми.**

# Питання 4

**Індикація**

**В перших моделях аналізаторів, об'єм пам'яті та кількість каналів у яких був невеликим, логічні стани відображались світловим (логічна 1) або темним індикатором (логічний 0), в якості яких використовувались лампи розжарювання або світлодіоди. При більшій кількості каналів частіше всього використовувались ЕПТ, на яких відображалась таблиця істинності, часова діаграма або інший вид індикації.**

**В портативних аналізаторах використовується однострокова індикація на світлодіодних семисегментних індикаторах. У такому випадку висвітлюється одне паралельне слово. Подальше опитування змісту пам'яті виконується по строкам.**

**Індикація таблиці істинності може бути відображена в двійковому, восьмеричному або шістнадцятиричному коді.**

**Для отримання двійкового коду, як правило, використовуються фігури Ліссажу. при відображенні алфавітно-цифрової інформації використовуються вмонтовані спеціалізовані дисплеї.**

**Майже всі сучасні аналізатори з ЕПТ мають індикацію у вигляді графів. У цьому випадку 16-розрядне слово перетворюється в у точку, розміщення якої на екрані говорить про його зміст.**

**Такий вид індикації дає загальне якісне уявлення про всю інформацію, яка надходить в аналізатор. Структурна схема перетворення інформації в графи наведена на рис. 4.**

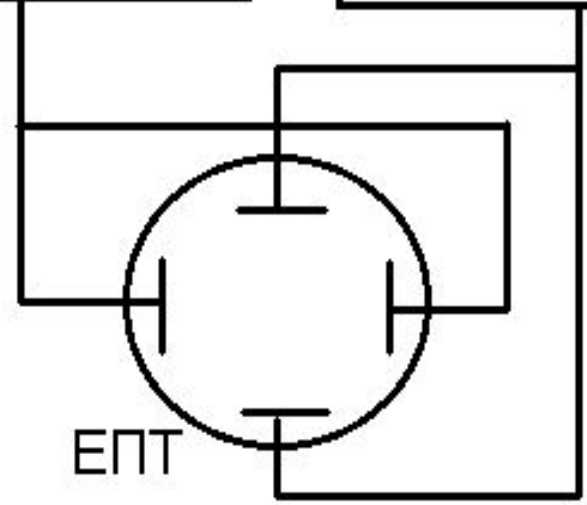
**Вся інформація розбивається на дві групи по вісім каналів. Інформація з кожної групи надходить на цифрово-аналогові перетворювачі, входи яких зв'язані з горизонтальними та вертикальними відхиляючими системами індикатора. Таким чином, кожному 16-розрядному слову відповідає одна точка з точно визначеними координатами.**

1010 1101 | 0011 1111

1010 1101 | 0011 1111

ЦАП X

ЦАП Y



Розміщення точок на екрані

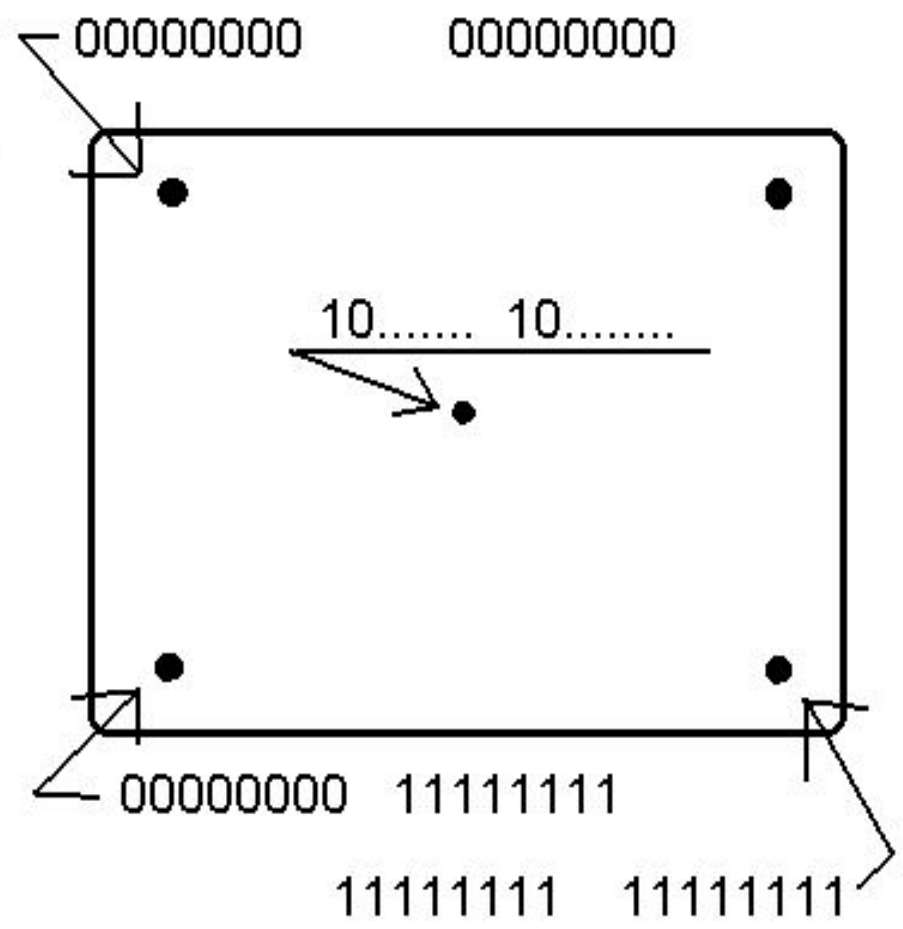


Рис.4.



**Такий вид індикації використовується для загальної оцінки програми, яка знаходиться на шині. При цьому можна спостерігати по яскравості слова, які найбільш часто зустрічаються, по миготінню окремих точок визначити місце збою.**

**При появі підозрілих місць в програмі можна зробити перехід на таблицю істинності для найбільш детального аналізу програми. Типовим представником такого роду аналізатора є аналізатор 814.**