

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

3.1 Тема: Синтез схеми управління технологічним обладнанням

Мета роботи: опанувати методики інженерного синтезу пристроїв керування технологічним обладнанням дискретної дії, в тому числі: засвоїти різні способи задання алгоритму роботи автомата (циклограму, таблиці переходів та виходів, блок-схему алгоритму роботи, граф переходів); засвоїти методику переходу від одного до іншого із способів; відпрацювати техніку розробки принципальної схеми керування у канонічному вигляді; змодельовати розроблену схему управління на універсальному планшеті; усунути знайдені похибки.

Обладнання: комплект базових логічних елементів, монтажна плата, логічний пробник, блок живлення.

3.2 Теоретичні відомості

У відповідності з етапами синтезу автомата студент виконує такі формалізаційні процедури.

3.2.1 Розмітка граф-схеми алгоритму (ГСА).

Розмітка виконується для моделі автомата Мілі. Відмічаються входи всіх вершин, що слідує за операторними вершинами. При цьому входи в кінцеву вершину і у вершину, що слідує за начальною, відмічаються як вихідний стан автомата (a_1).

3.2.2 Отримання автоматного графа.

Автоматний граф будується по розміченій ГСА шляхом фіксації її переходів між відміченими станами. Кожному стану автомата відповідає

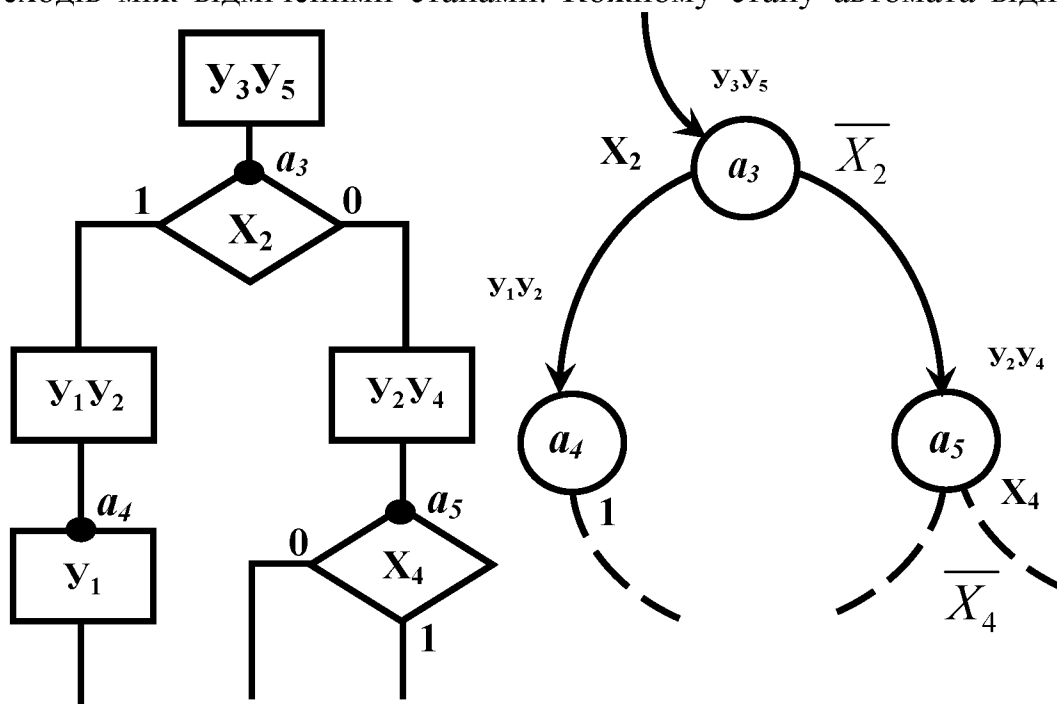


Рисунок 3.1 — Фрагмент ГСА і автоматного графа

вершина графа. Переходи показуються стрілками. Біля основи стрілки записується умова переходу, тобто стан датчиків, що викликає даний перехід. Біля загострення стрілки записується комбінація вихідних сигналів, що відповідає стану автомата і комбінація сигналів від датчиків.

3.2.3 Кодування станів автомата

За числом станів автомата визначають кількість тригерів для його пам'яті.

$$N = \text{Int}(\log_2 M) + 1$$

Кожному стану автомата ставиться у відповідність певний код, який відображає комбінацію вмикання тригерів пам'яті. Вихідному стану автомата завжди відповідає загальне скидання тригерів.

Наприклад:

Стан автомата	Комбінація вмикання тригерів	Код стану
a1	$\bar{T}_3 \bar{T}_2 \bar{T}_1$	0 0 0
a2	$\bar{T}_3 \bar{T}_2 T_1$	0 0 1
a3	$\bar{T}_3 T_2 \bar{T}_1$	0 1 0
a4	$T_3 \bar{T}_2 \bar{T}_1$	1 0 0
a5	$T_3 T_2 \bar{T}_1$	1 1 0
...

3.2.4 Побудова структурної схеми автомата з обраним типом тригерів (тригери з розділювальними входами, з лічильним входом або D-тригери).

3.2.5 Отримання структурних формул для керуючих сигналів U на об'єкт керування і сигналів збудження пам'яті.

Структурні формули отримуються безпосередньо з автоматного графа.

Кількість доданків у формулі по кожному сигналу визначається числом його появ у автоматному графі.

Так, з вищенаведеного фрагмента графа:

$$U_1 = a_3 X_2$$

$$U_2 = a_3 X_2 \vee a_3 X_2$$

$$U_4 = a X_2$$

$$U_1 = T_1 T_2 T_1 X_2$$

$$U_2 = T_3 T_2 T_1 X_2 \vee T_3 T_2 T_1 X_2$$

$$U_4 = T_3 T_2 T_1 X_2$$

Сигнали збудження пам'яті залежать від типу тригерів. Так, сигнал S вмикає тригер з розділювальними входами, а сигнал R вимикає його. Тригер з лічильним входом перемикається сигналом S у протилежний стан, а D-тригер вмикається сигналом S на один такт автоматного часу.

Сигнали збудження пам'яті проставляються в автоматному графі біля загострення стрілок поруч з керуючими сигналами.

Так, для вищенаведеного фрагмента у випадку тригерів з розділювальними входами:

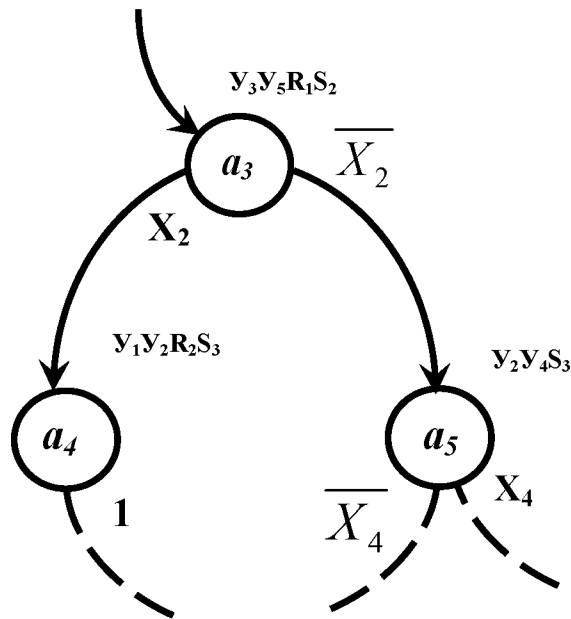


Рисунок 3.2 — Автоматний граф

Структурні формули для сигналів збудження виписуються з графа точно так само, як і керуючі сигнали:

$$R_2 = a_3 X_2 \quad \text{або} \quad R_2 = T_3 T_2 T_1 X_2$$

$$S_3 = a_3 X_2 \vee a_3 \overline{X_2} \quad S_3 = T_3 T_2 T_1 X_2 \vee T_3 T_2 T_1 \overline{X_2}$$

3.2.6 Побудова схеми автомата.

Принципова схема цифрового автомата отримується зі структурних формул за конфігурацією його структурної схеми.

Схема повинна мати канонічну структуру – чіткі вертикальні ряди однотипних елементів: правий – тригери; лівіший – логічні елементи АБО; ще лівіше – логічні елементи І; ще лівіше – інвертори (при необхідності).

3.2.7 Набір схеми автомата на демонстраційному планшеті проводиться у відповідності до методичних вказівок для роботи з планшетом.

3.3 Хід роботи

3.3.1 Ознайомитись з блок-схемою алгоритму роботи системи управління; при цьому з'ясувати: кількість сигналів, що генерується схемою; кількість вхідних сигналів; загальний характер алгоритму — лінійний чи розгалужений.

3.3.2 Виконати розмітку блок-схеми з метою подальшої розробки графа переходів. За прийнятою методикою, вершини графа розміщуються на входах умовних операторів і позначаються кружками на відповідних місцях блок-схеми алгоритму.

3.3.3 Виконати розмітку блок-схеми. Попередньо розробити граф переходів. Спочатку зображується те, що входить до основного (лінійного) циклу. Вершини графа розміщуємо так, щоб вони утворили коло (еліпс). Вершини графа з'єднують стрілками, що символізують такти, тобто переходи з попереднього стану в наступний. Біля вістря стрілки пишуть сигналами

ли управління, а біля початку стрілки пишуть сигнали від датчиків. Передбачаємо далі тригери для шифрування кожної вершини (стану), кількість необхідних для цього тригерів визначається за формулою:

$$N = \text{TRUNC}(\text{LOG}_2 M) + 1,$$

де M – кількість вершин графа.

Кожному стану автомата (вершини графа) привласнюється певний код. На графі переходів указують також стрілки, що відповідають основним переходом.

3.3.4 Остаточнo оформити граф-переходів, додаючи до вихідних технологічних сигналів, сигнали управління тригерами.

3.3.5 Написати булеві функції для сигналів керування:

- технологічним обладнанням;
- тригерами пам'яті.

Ці функції складаються з графа переходів – диз'юнкція, кон'юнкція при цьому кількість додатків формули визначається числом появ розглядуваного сигналу протягом робочого циклу автомата.

3.3.6 Розробити принципіальну схему керування. При цьому слід дотримуватися канонічного вигляду таких схем: ліворуч розташована шина вхідних сигналів: поруч розміщено кон'юнктори. Далі креслимо диз'юнктори в кількості відповідно до кількості сигналів.

Праворуч на схемі зображаються тригери шифрації стану та диз'юнктори керування цими тригерами. Задачі диз'юнкції також слід підключити до кон'юнкторів умов переходу.

3.3.7 Перевірити складену схему за такими параметрами:

- правильність підключення кон'юнкторів сигналів переходів до шини вхідних даних;
- правильність підключення диз'юнкторів сигналів керування технологічним обладнанням;
- правильність підключення диз'юнкторів сигналів керування тригерами пам'яті.

3.3.8 Набрати синтезовану схему управління на універсальному планшеті, користуючись відповідно інструкцією, перевірити правильність функціонування схеми, усунути знайдені помилки.

3.3.9 Оформити звіти з лабораторної роботи.

3.4 Зміст звіту

- титульний лист;
- мета роботи;
- вихідна граф-схема алгоритму;
- розмічена граф-схема алгоритму;
- автоматний граф;
- таблиця кодування станів;
- структурна схему автомата;

— структурні формули для керуючих сигналів і сигналів збудження пам'яті;

— схема цифрового автомату.

Примітка. Звіт виконується на аркушах формату А4 у відповідності до вимог ЄСКД. Функціональну схему зручно зобразити на міліметровому папері формату А3.

3.4 Варіанти завдань

а) Комбінаційні функції трьох аргументів:

$$1. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3$$

$$2. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3$$

$$3. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3$$

$$4. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$5. F = x_1 \& x_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$6. F = x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$7. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$8. F = x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$9. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$10. F = x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$11. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$12. F = x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$13. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$14. F = x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& x_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$15. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& x_3 + x_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$16. F = \bar{x}_1 \& x_2 \& x_3 + \bar{x}_1 \& x_2 \& \bar{x}_3 + x_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3 + \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \bar{x}_3$$

$$17. F = X_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$18. F = \bar{X}_1 \& X_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$19. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$20. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$21. F = \bar{X}_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$22. F = \bar{X}_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$23. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$24. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$25. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$26. F = \bar{X}_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$27. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

$$28. F = X_1 \& X_2 \& X_3 + X_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& X_2 \& \bar{X}_3 + \bar{X}_1 \& \bar{X}_2 \& X_3 + X_1 \& \bar{X}_2 \& \bar{X}_3$$

б) Комбінаційні функції чотирьох аргументів.

$$01. F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D}$$

$$02. F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + AB\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + ABC\bar{D}$$

$$03. F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}BC\bar{D}$$

$$04. F = \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + ABC\bar{D} +$$

$$A\bar{B}\bar{C}D$$

$$05.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$06.F = \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$$

$$07.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$$

$$08.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}D$$

$$09.F = \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D}$$

$$10.F = \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$11.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + ABCD + AB\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$12.F = ABC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + ABC\bar{D}$$

$$13.F = \bar{A}BCD + ABCD + ABCD + \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}D + ABC\bar{D}$$

$$14.F = ABC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABCD$$

$$15.F = ABC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABCD$$

$$16.F = ABCD + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BCD + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D +$$

$$ABC\bar{D}$$

$$17.F = \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$18.F = ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + \bar{A}BCD + AB\bar{C}D + ABC\bar{D}$$

$$19.F = ABC\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D}$$

$$20.F = A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}BCD + \bar{A}B\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}$$

$$21.F = ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + ABC\bar{D}$$

$$22.F = \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}BCD + \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D}$$

$$23.F = ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D$$

$$24.F = \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D}$$

$$25.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + ABC\bar{D}$$

$$26.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$27.F = \bar{A}BCD + ABCD + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}CD + \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}D$$

$$28.F = ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABC\bar{D}$$

$$29.F = \bar{A}BC\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + ABCD + AB\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$30.F = ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + AB\bar{C}\bar{D}$$

$$31.F = \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + ABCD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$32.F = \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABCD + A\bar{B}CD + AB\bar{C}D$$