

Plan XIII

**ENSEÑANZA DE LA LOGICA  
PROPOSICIONAL MEDIANTE LA  
ELECTRONICA**

**XIII PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION  
AÑO 1984**

**DIRECTOR:  
JUAN GARCIA QUINTANA**

**AUTORES:  
JUAN GARCIA QUINTANA  
PALOMA MONTES ALONSO**

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DOCUMENTACION  
EDUCATIVA DEL M.E.C.**

**I.C.E. DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE MADRID**

Doc/IN 167

Duplicado

Doc/IN 8575  
NI 024  
dupl

# ENSEÑANZA DE LA LOGICA PROPOSICIONAL MEDIANTE LA ELECTRONICA

## XIII PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION AÑO 1984

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
Instituto de Ciencias de la Educación  
25 JUN. 1985  
SALIDA N.º 112

DIRECTOR:  
JUAN GARCIA QUINTANA

AUTORES:  
JUAN GARCIA QUINTANA  
PALOMA MONTES ALONSO



### CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DOCUMENTACION EDUCATIVA DEL M.E.C.

### I.C.E. DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA  
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION  
Y DOCUMENTACION AUTONOMA  
25 JUN. 1985  
ENTRADA

R. 117302

# I N D I C E

Agradecimientos	II
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE FIGURAS	III
INTRODUCCION	1
BIBLIOGRAFIA CITADA	5
DISEÑO DEL ESTUDIO	7
Diseño del estudio	8
Variables y controles	9
Muestras	11
Procedimientos estadísticos	11
Recogida de datos	11
ANALISIS DE LOS DATOS	14
Equivalencia inicial entre grupos experimental y control	17
Hipótesis $H_0$	19
Hipótesis $H'_0$	22
Significación de la diferencia de medias entre TI y TF	25
Significación de la diferencia de medias en G	26
Ecuaciones de regresión en forma de puntajes	27
RESUMEN Y CONCLUSIONES	36
Reestablecimiento del problema	37
Procedimientos utilizados	38
Conclusiones	39
Recomendaciones para investigaciones posteriores	41
BIBLIOGRAFIA	42
APENDICES	45

Expresamos nuestro agradecimiento al Centro Nacional de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) por incluir esta investigación aplicada dentro del XIII Plan Nacional de Investigación Educativa del año 1984, así como por la financiación del gasto producido en el desarrollo de la misma.

Agradecemos al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Madrid la presentación del proyecto y las gestiones realizadas con motivo del gasto de dicha financiación.

Queremos hacer constar nuestro agradecimiento a D. Augusto A. Klappenbach Minotti, Catedrático de Filosofía del Instituto Experimental Piloto "Cardenal Herrera Oria"; y a D. Eduardo Agüero Marckern, Profesor Agregado de Filosofía de dicho Instituto por la colaboración prestada en el desarrollo de la misma.

Significamos nuestro especial agradecimiento a D. Francisco Lopez Ruperez, Catedrático de Física y Química del Instituto Experimental Piloto "Cardenal Herrera Oria" por las oportunas orientaciones y colaboración en esta investigación aplicada.

Finalmente damos las gracias a los alumnos del curso 3ºC del Instituto Experimental Piloto "Cardenal Herrera Oria" y del curso 3ºB del Instituto Ramiro de Maeztu por la colaboración prestada.

**LISTA DE TABLAS Y FIGURAS**

LISTA DE TABLAS.-

Nº 1.-Datos experimentales	18
Nº 2.-Medidas descriptivas estadísticas	18
Nº 3.-Coeficientes de correlación del grupo experi mental	18
Nº 4.-Coeficientes de correlación del grupo control	18
Nº 5.-Recta de regresión EG-ETRL	28
Nº 6.-Recta de regresión CG-CTRL	28
Nº 7.-Recta de regresión EG-ETI	31
Nº 8.-Recta de regresión CG-CTI	31
Nº 9. Recta de regresión ETF-ETI	32
Nº10.-Recta de regresión CTF-CTI	32
Nº11.-Recta de regresión ETRL-ETI	33
Nº12.-Recta de regresión CTRL-CTI	33
Nº13.-Recta de regresión ETF-ETRL	34
Nº14.-Recta de regresión CTF-CTRL	34
Nº15.-Recta de regresión EG-ETF	35
Nº16.-Recta de regresión CG-CTF	35

LISTA DE FIGURAS.-

Fig.1.-Secuencias de instrucción	10
Fig.2.-Fotografía del aparato electrónico	13
Fig.3.-Curva normal mejor adaptada ETI	16
Fig.4.-Curva normal mejor adaptada CTI	16
Fig.5.-Curva normal mejor adaptada ETRL	21
Fig.6.-Curva normal mejor adaptada CTRL	21
Fig.7.-Curva normal mejor adaptada ETF	23
Fig.8.-Curva normal mejor adaptada CTF	23

# INTRODUCCION

La presente Investigación Aplicada consiste en comprobar si la Lógica Proposicional explicada mediante un esquema de conocimiento significativo, utilizando para ello la Electrónica Digital, puede mejorar en mayor grado el completo dominio de los conceptos y leyes de la Lógica Proposicional que explicados mediante un esquema dentro del contexto de los programas de Filosofía hoy vigentes.

Se establecieron las siguientes hipótesis:

1.-El grupo de alumnos que recibe clases de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo no obtiene un mejor y más completo dominio de las enseñanzas, así como las relaciones con otras disciplinas, que el grupo de alumnos que reciben estas enseñanzas desde un esquema clásico. Constituyendo la hipótesis  $H_0$ .

2.-El grupo de alumnos que recibe clases de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo no obtienen un desarrollo superior de la inteligencia lógica que el grupo de alumnos que reciben estas enseñanzas desde un esquema clásico. Constituyendo la hipótesis  $H_0$ .

Dado que el estudio de la Lógica Proposicional requiere un fuerte esfuerzo mental al ser conocimientos de gran abstracción, se podrá mejorar mediante este sistema la actual enseñanza de esta disciplina si resulta negativa la primera hipótesis. Conviene significar que circuitos o instrumentos regidos por leyes de la Lógica Proposicional se encuentran en los órganos de gobierno de lavadoras, televisores, equipos de sonido, cajeros automáticos aviones, sistemas de seguridad, etc.

Una característica casi general de las calificaciones de Lógica Proposicional en el B.U.P. es el elevado número de insuficientes que obtienen los alumnos al realizar el control de los conocimientos, calificaciones que mejoran de forma muy apreciable al realizar el control de recuperación de los mismos. La continua



apreciación de tal circunstancia nos indujo a plantearnos la posibilidad de mejorar el aprendizaje con un diseño de material que facilitara el mismo a través de la adición de inclusores relevantes mediante la Electrónica Digital, en cuanto al aprendizaje significativo y los inclusores relevantes (1). Para el diseño de dicho material significativo se presentaba el inconveniente de ser un área del conocimiento donde el alumno no tiene información y no presenta relación con conocimientos que ya posee, por tanto se rá necesario primeramente un aprendizaje memorístico (2). Para minimizar ese aprendizaje memorístico obteniendo soportes necesarios para el desarrollo de abstracciones primarias se diseñó un aparato electrónico para uso de los alumnos.

En el aparato electrónico se utilizan puertas lógicas y un circuito visualizador que transmite la información mediante una luz roja o verde. Para el manejo de dicho aparato no se necesitan habilidades especiales y cualquier alumno de B.U.P puede manejarlo sin dificultad. Conviene resaltar que en muchos casos se puede aprender de forma significativa o memorística debido a la predisposición que tiene el individuo, y mediante el uso del aparato electrónico se tiene que comprender lo realizado para poder entender la tarea inmediata aumentando la posibilidad del aprendizaje significativo.

Utilizamos como organizador previo el lenguaje en general como medio de comunicación humana, teniendo la función de salvar el abismo entre los conocimientos adquiridos por el alumno en otras áreas y los necesarios para poder asimilar de forma satisfactoria el material que se le presenta. Especial importancia tiene dicho organizador previo dada la ausencia de conocimientos por parte de los alumnos en este área y estando en consonancia con las teorías de Ausubell.

(1) J.D. NOVAK: "Teoría y práctica de la educación", pág 71 y 74.

(2) D.P. AUSUBEL : "Psicología educativa", pág 179 (1976)

Para el desarrollo de la Investigación suponemos que los 2 grupos son homogéneos. Un grupo constituye el grupo de control formado por alumnos del I.B. Ramiro de Maeztu que recibió una enseñanza de la Lógica Proposicional de acuerdo con los currículas del M.E.C. Y otro grupo de alumnos, llamado grupo experimental, constituido por alumnos del I.B. Cardenal Herrera Oria, sometidos a tratamiento experimental consistente en la enseñanza de la Lógica Proposicional mediante la Electrónica. Otra suposición realizada, que se confirma más adelante, es la aceptación de  $H_0$  en cuanto al nivel de inteligencia lógica media de ambos grupos. Ambos grupos son de alumnos que tienen igual: asignaturas optativas, edades, estudios realizados y adiestramiento para hacer test. Por lo cual podemos suponer que ambos grupos son equivalentes.

Limitación importante es el tamaño de la muestra, que es de treinta y cuatro alumnos de optativas de Ciencias para cada grupo. Debido a tener que realizar la Investigación en dos I.B. y con las anteriores condiciones de equivalencia entre ambos grupos no disponiendo de una muestra mayor.

**BIBLIOGRAFIA CITADA**

Carecemos de conocimientos sobre investigaciones anteriores de este tema en lengua castellana. La bibliografía relacionada con el mismo es muy extensa, creemos improcedente realizar una revisión de la misma en el contexto del informe de esta investigación, dado que estaría formada por aquellos volúmenes que tratan de electrónica general, puertas lógicas y lógica proposicional.

**DISEÑO DEL ESTUDIO**

### 3.1.-Diseño del estudio.-

Se han utilizado dos grupos de alumnos, uno el grupo de control, formado por alumnos del I.B. Ramiro de Maeztu que reciben una enseñanza filosófica de la Lógica según los programas del M.E.C. hoy vigentes, y otro grupo de alumnos llamado grupo experimental constituido por alumnos del I.B. Cardenal Herrera Oria, impartiendoles la enseñanza de la Lógica mediante la Electrónica.

Los alumnos del grupo experimental utilizaron 20 aparatos electrónicos idénticos. Esos aparatos no existen en el mercado por ser las exigencias marcadas a los mismos muy específicas. Por motivo de estas características fue necesario diseñar uno por los autores de la investigación, obteniendo posteriormente varios prototipos y llegando a uno muy mejorado respecto del primero, en el cual pueden de forma muy sencilla y careciendo de conocimientos de electrónica realizar los alumnos todas las experiencias de Lógica Proposicional. De este último prototipo se construyeron las 20 unidades que manejaron los mismos. En el diseño definitivo se cuidó en gran medida, aparte de la eficacia, el tener un funcionamiento atractivo con el fin de obtener la pertinente motivación de los alumnos.

Los aparatos se utilizaron con la ayuda de unos "guiones de alumnos", constituidos por un material en el que se trata la Lógica Proposicional contenida en los currículas de B.U.P. hoy vigentes y los "guiones de experiencias prácticas". El "guión de alumnos" se encuentra en la totalidad de su extensión en el apéndice III. Cada "experiencia práctica" trata sobre una o varias cuestiones de Lógica Proposicional, obteniéndose con su realización los conceptos o leyes de la misma. Dichos "guiones de experiencias prácticas" resultan sencillos de construir al asimilar los conceptos y leyes de la Lógica, realizando los propios alumnos guiones alternativos a los presentados en las fórmulas lógicas más complejas. Una descripción detallada de los aparatos que se

utilizaron así como su forma de construcción y funcionamiento se expone en el apéndice I.

El material de trabajo del tratamiento experimental se diseñó de forma que cumpliera la condición de ser un material potencialmente significativo. Para ello se utilizan ciertos conceptos de la Electrónica Digital que actuaron posteriormente como inclusores y junto a otros ya existentes en el conocimiento cognoscitivo del alumno formarán los conocimientos relevantes facilitando al material potencialmente significativo, presentado en un momento determinado, el producir un aprendizaje significativo.

Las secuencias de instrucción utilizadas en el material de trabajo del tratamiento experimental se expresan de forma resumida en el esquema de jerarquías conceptuales de la figura 1., obteniéndose mediante este tratamiento una diferenciación progresiva de los conceptos y facilitando la reconciliación integradora. Los inclusores de diferentes grados y las secuencias de instrucción específicas introducidas en el tratamiento experimental, viene expresados en la figura 1.

### 3.2.-Variables y controles.-

Se estimó como Variable Independiente el tipo de método utilizado. El nivel de inteligencia lógica inicial de cada alumno constituyó la Variable Secundaria o Interviniente. Como posibles Variables Dependientes se estimaron la ganancia por parte de los alumnos en los conocimientos de Lógica Proposicional y la ganancia en su inteligencia lógica según el método de enseñanza aplicado.

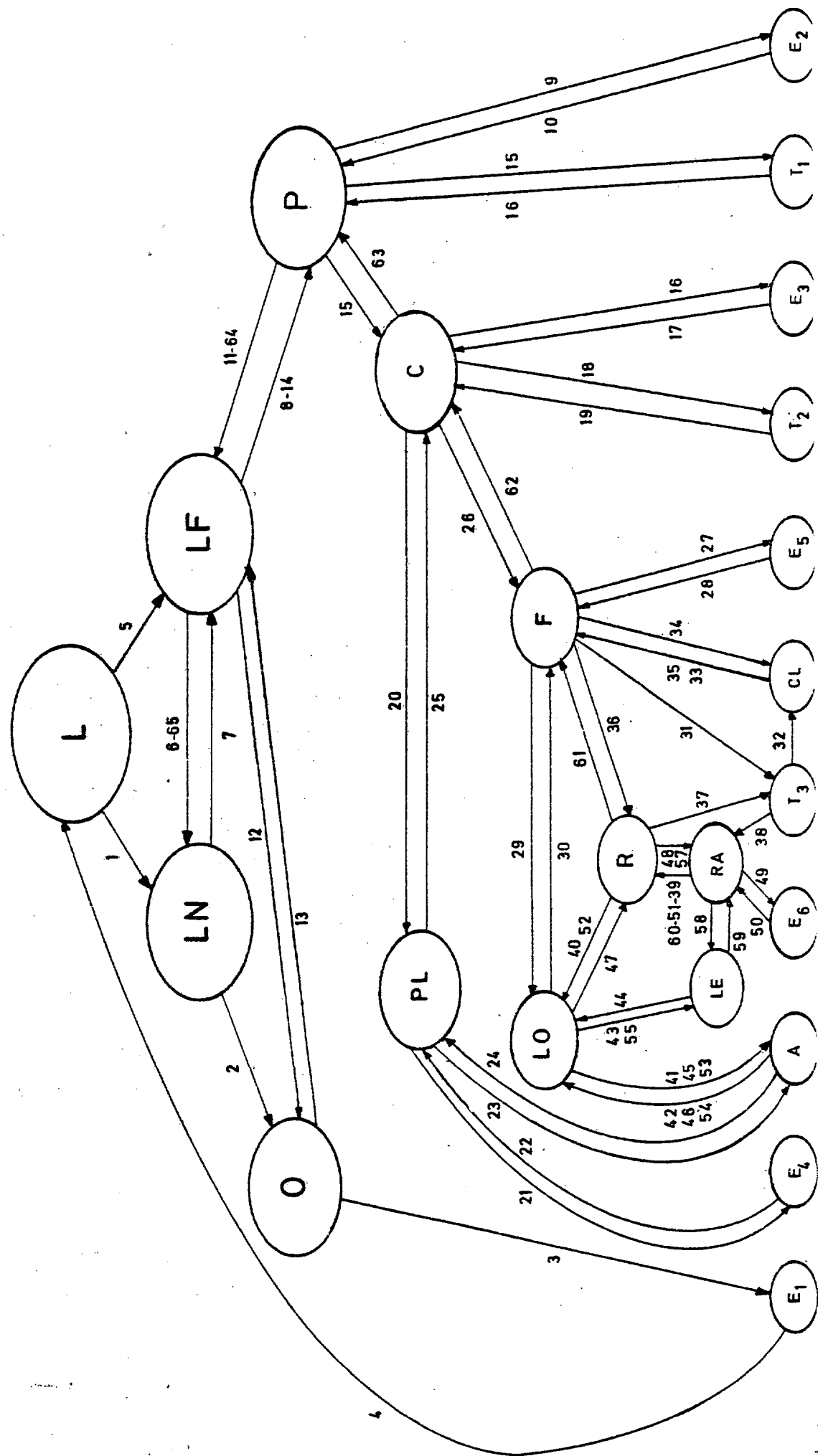
Para operativizar la variable independiente secundaria, inteligencia lógica inicial, realizaron los alumnos un test específico que mide la inteligencia lógica seleccionado por el psicólogo. Para operativizar la primera variable dependiente, conocimientos de Lógica asimilados, los alumnos realizaron una prueba escrita formada por items de opción múltiple, pruebas prácticas, de ejecución, funcionales y de selección de algún tipo de respuesta. Para

L=lenguaje LN=lenguaje natural LF=lenguaje formal O=oraciones P=proposiciones

PL=puertas lógicas C=conectores LO=logigramas F=fórmulas R=razonamientos

E=ejemplo A=aparato T=tabla de verdad CL=clases de fórmulas LE=leyes lógicas RA=razonamientos válidos

FIG. 1





operativizar la segunda variable dependiente, ganancia de inteligencia lógica, los alumnos realizaron el mismo test de inteligencia lógica después de haberles impartido las clases según el correspondiente método de enseñanza. Todas las pruebas fueron idénticas para el grupo experimental y de control.

### 3.3.-Muestras.-

De una población de 200 alumnos de 3º de B.U.P. de ambos Inst. de Bachillerato, se eligió una muestra incidental de 34 alumnos por Instituto que fueran equivalentes en el mayor grado posible. Los grupos estaban formados por alumnos de las mismas edades, con iguales asignaturas optativas, los mismos estudios realizados y el mismo adiestramiento en la realización de test. Además las medias del test de inteligencia lógica inicial no presentaba diferencia significativa.

### 3.4.-Procedimientos estadísticos.-

Los datos se han tabulado mediante agrupación por intervalos. Realizándose para cada grupo, experimental y control, las medidas de tendencia central y de dispersión; así como los coeficientes de correlación por el método de los momentos y las rectas de regresión, no habiendo lugar para el análisis de varianza, covarianza y los coeficientes de correlación parcial. La comparación de las medias y desviaciones típicas se ha realizado mediante la "t" de Student con un margen de error menor del 5 %.

### 3.5.-Recogida de datos.-

Para la recogida de datos se han utilizado dos tipos de pruebas escritas.

Para descartar o admitir  $H_0$  se utilizó una prueba escrita formada por 7 items de opción múltiple, 3 pruebas prácticas, 4 de ejecución, 3 funcionales y 7 de selección de algún tipo de respuesta. Para la realización de esta prueba que denominaremos TR los alumnos tenían el aparato para su utilización en aquellas

cuestiones que fuera necesario. Ambas pruebas para los dos grupos fueron la misma denominándolas TRL (test de rendimiento en la Lógica) de forma general para las puntuaciones de Lógica; CTRL (control test rendimiento en Lógica) para el grupo de control, ETRL (experimental test rendimiento en Lógica) para el grupo experimental, TRR (test rendimiento relación) para las puntuaciones de relación con otras disciplinas, ETRR (experimental test rendimiento relación) para el grupo experimental y CTRR (control test rendimiento relación) para el grupo de control. La corrección y baremación se realizó de forma separada para las cuestiones de contenido correspondiente a la Lógica Proposicional y las de contenido referente a las relaciones de la Lógica Proposicional con otras disciplinas. Para la realización de TR dispusieron de 100 minutos como máximo cada grupo.

Para descartar o admitir  $H_0$  se utilizó una prueba escrita formada por un test psicológico que midiera la inteligencia lógica seleccionado por el psicólogo, estando constituido por 25 items de opción múltiple y teniendo como duración máxima 25 minutos. Esta misma prueba se distribuyó a los alumnos en primera ejecución el día anterior a empezar la enseñanza de la Lógica Proposicional en ambos grupos, la denominaremos ETI (experimental test inicial) para el grupo experimental y CTI (control test inicial) para el grupo de control, de forma general TI (test inicial). En segunda realización al siguiente día de clase de haber concluido las enseñanzas en cada grupo. La ganancia de cada alumno se determinó mediante la diferencia de puntuación entre TF y TI para cada grupo. Las denominaremos EG (experimental ganancia) para el grupo experimental y CG (control ganancia) para el grupo de control.

Las puntuaciones de ETR, CTR, ETI, CTI, ETF y CTF se refirieron a la base 0 para ninguna respuesta satisfactoria y 10 para el máximo posible de respuestas satisfactorias. Las puntuaciones para EG y CG se realizaron mediante diferencia y siendo por tanto 0 para una ganancia nula y 10 para una ganancia de nada a todo.

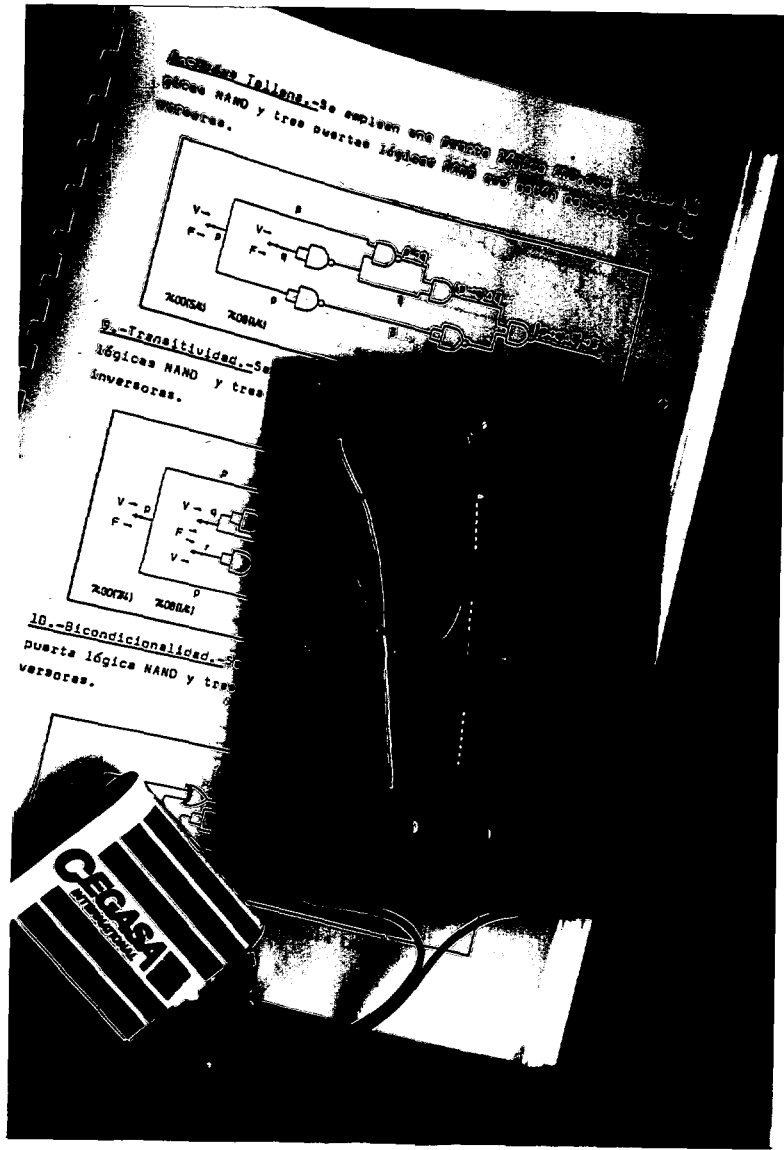


Fig. 2



**ANALISIS DE LOS DATOS**

Esta Investigación Aplicada puede tomarse como base para realizar inferencias estadísticas de forma parcial. La muestra ha sido tomada para el grupo experimental y de control de dos Institutos de Bachillerato que por su ubicación los alumnos que forman su población suelen tener una media algo superior a la mayoría de los centros escolares de Madrid, aunque en el tratamiento estadístico se tiene en cuenta mediante la disminución de un grado de libertad. La experiencia de profesores que han impartido clases en alguno de los dos centros coincide en resaltar esa diferencia de capacidades y conocimientos como un desfase positivo cercano a los cinco años. Las medias actuales para la población de ambos Institutos será aproximadamente la media de la población escolar de Madrid al transcurrir cinco años. En este informe no se realizarán generalizaciones por inferencia estadística a la población escolar de Madrid. Las generalizaciones se podrán realizar para alumnos de 3º de B.U.P. de ciencias de ambos Institutos.

Esta limitación queda expresada en las curvas normales mejor adaptadas para los puntajes del test de inteligencia lógica inicial realizado en ambos grupos, fig. nº 3 y nº 4, donde se observa que la media es superior y la máxima puntuación es alcanzada por más alumnos que los correspondientes a una distribución normal. Se debe significar que el test realizado por los alumnos es un modelo de amplio espectro de aplicación en Madrid por gran número de centros docentes de este nivel en Madrid, en los que se obtienen distribuciones normales de puntajes.

También se puede observar esta limitación de forma cuantificada en la tabla nº1 correspondiente a puntajes de las pruebas de inteligencia ETI y CTI en función de los intervalos, o mediante la observación de la tabla nº2 correspondiente a las medidas estadísticas descriptivas de las pruebas ETI y CTI.

Otra limitación a tener en cuenta en la posibilidad de realizar inferencias estadísticas consiste en el tipo de muestra

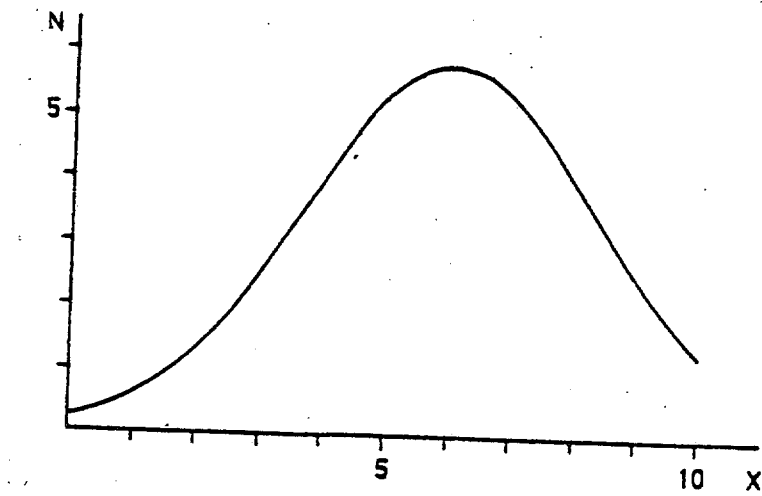


Fig. 3

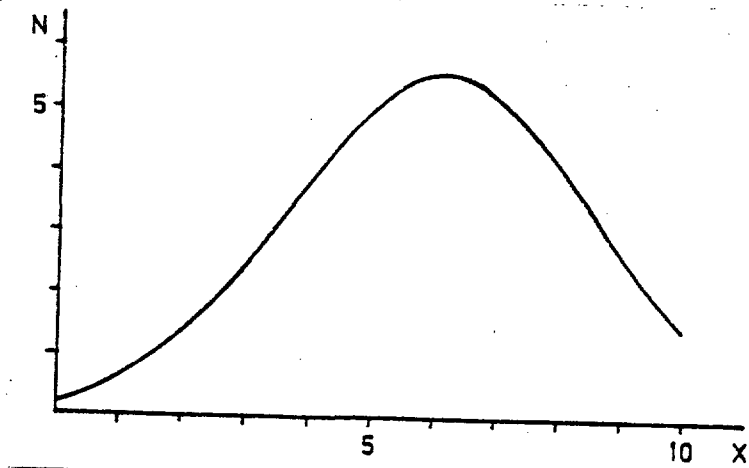


Fig. 4

escogida. La muestra fué escogida por elección del grupo de alumnos pertenecientes a la sección C del I.B. Cardenal Herrera Oria y la sección B del I.B. Ramiro de Maeztu. Por tanto no se realizó un muestreo al azar, realizándose un muestreo incidental. Las razones que motivaron ese tipo de muestreo son principalmente:

- a) los alumnos que fueran elegidos al azar no se les podía distraer de sus actividades escolares en un momento determinado para dar clases de Lógica Proposicional, perdiendo de forma sistemática las clases de otras disciplinas.
- b) no se podían dar las clases de Lógica Proposicional fuera de los horarios normales de los alumnos por diversas causas.

Como única alternativa posible a un muestreo al azar se planteó la necesidad de utilizar un muestreo incidental. Esta limitación se contempla en el tratamiento estadístico mediante un grado de libertad menos.

Los datos utilizados corresponden a los puntajes obtenidos por los alumnos en las pruebas escritas realizadas. Se encuentran en la tabla nº 1 significando su pertenencia al grupo experimental o de control mediante la primera letra de las siglas de nomenclatura, experimental E y control C. Las demás letras de su nomenclatura especifican el tipo de prueba a que pertenecen, según se indica en la página 4. Los datos se encuentran expresadas por intervalos. Las medidas descriptivas estadísticas calculadas se encuentran en la tabla nº 2. Las correlaciones realizadas se encuentran en las tablas nº 3 y nº 4. Las rectas de regresión están expresadas en las tablas nº 5 y siguientes.

#### 4.1.-Equivalencia inicial de los grupos experimental y control.-

Los grupos utilizados como experimental y control son inicialmente equivalentes al tener en cuenta los datos correspondientes al nivel medio de inteligencia determinado por el test inicial, ETI y CTI, de la tabla nº 2 en la que se puede observar que: la media,  $\bar{x}$ , es 6.09 y 6.00 respectivamente; la mediana,  $m_d$ , es 6.60 para ambos; la moda,  $m_o$ , es 6.50 para ambos; la desviación me

Int.	ETRL	CTRL	ETRR	CTRR	ETI	CTI	ETF	CTF	EG	CG
9-10	1	0	14	0	4	3	15	15	0	0
8-9	6	0	5	0	5	5	11	10	0	0
7-8	6	3	10	0	3	5	2	2	3	1
6-7	6	1	2	0	9	7	5	0	1	1
5-6	7	1	1	0	3	1	1	1	0	1
4-5	1	1	1	0	3	4	0	1	2	4
3-4	3	8	0	0	2	6	0	1	6	2
2-3	3	14	0	0	1	1	0	4	6	5
1-2	1	6	1	0	4	2	0	0	7	4
0-1	0	0	0	34	0	0	0	0	5	11
TOT	34	34	34	34	34	34	34	34	30	29

Tabla Nº 1

	ETRL	CTRL	ETRR	CTRR	ETI	CTI	ETF	CTF	EG	CG
$\bar{x}$	6.09	3.26	8.08	0.50	6.09	6.00	8.50	7.82	2.90	2.36
md	7.85	2.82	8.60	0.50	6.60	6.60	8.96	8.95	2.68	2.00
mo	5.90	2.67	9.34	0.50	6.50	6.50	9.50	9.50	1.50	0.50
dm	1.69	1.25	1.39	0.00	1.98	2.00	0.79	1.88	1.61	1.65
$S^2$	4.24	2.88	3.01	0.00	5.95	5.47	1.35	5.75	5.86	4.12
S	2.06	1.70	1.73	0.00	2.44	2.33	1.16	2.39	2.09	2.03
As	-0.25	0.77	-0.90	—	-0.63	-0.78	-1.19	-1.42	0.32	0.53
Cu	0.232	0.152	0.310	—	0.246	0.345	0.210	0.048	1.312	0.333

Tabla Nº 2

Y \ X	ETRL	ETI	ETF
EG	-0.23	-0.84	-0.08
ETF	0.20	0.22	
ETRL	—	0.04	

Tabla Nº 3

Y \ X	CTRL	CTI	CTF
CG	0.40	-0.80	0.32
CTF	0.04	0.43	
CTRL	—	-0.33	

Tabla Nº 4



dia es 1.98 y 2.00 respectivamente; la varianza,  $S^2$ , es 5.95 y 5.47 respectivamente; y las desviaciones típicas,  $S$ , son 2.44 y 2.33 respectivamente. El análisis de la diferencia de medias, para la prueba de inteligencia inicial, atendiendo a la "t" de Student propone un valor de 2.04 o superior para resultar significativa entre ambos grupos con un nivel de error del 5 % y 2.75 para el 1 %; el cálculo de dicha diferencia de medias arroja un valor de 0.16 para esta prueba, por lo cual podemos afirmar que las posibles diferencias apreciadas son fruto del azar. El análisis de significación para las desviaciones típicas entre ambos grupos para dicha prueba marca un valor de la razón crítica de 2.04 para un error del 5 % y de 2.75 para un error del 1 %, el valor calculado para dicha razón crítica es 0.22 que nos determina la no significación de las desviaciones típicas, por tanto podemos afirmar que los grupos experimental y control son igual de variables en los puntajes de esta prueba inicial. Utilizando la "F" de Snedecor el valor de la razón crítica para la significación de las varianzas tiene que ser superior o igual a 1.98 para un error del 5 % y 2.34 para un error del 1 %. Obteniéndose para esta prueba un valor de la razón crítica de 1.47 que determina la no significación de las varianzas entre el grupo experimental y de control.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente expuestas podemos afirmar que ambos grupos, experimental y control, son equivalentes entre sí con un error inferior al 5 % e incluso con un error inferior al 1 %. Esta equivalencia se puede apreciar mediante la observación de las figuras nº 3 y nº 4 correspondientes a las curvas normales mejor adaptadas para los puntajes del test inicial en los grupos experimental y control, ETI y CTI.

#### 4.2.-Hipótesis No.-

Posteriormente a impartir las enseñanzas programadas en ambos grupos, los alumnos realizaron una prueba escrita de la cual se obtuvieron los puntajes del test de rendimiento en Lógica Proposicional, TRL, en ambos grupos, ETRL y CTRL. De esa misma prueba se

obtuvieron los puntajes correspondientes a la relación con otras disciplinas, ETRR y CTRR, para cada grupo y que figuran en la tabla nº 1. Las medidas descriptivas estadísticas calculadas para dichas pruebas se expresan en la tabla nº 2. En las figuras nº 5 y nº 6 se pueden observar la forma de las curvas normales mejor adaptadas para los puntajes de ETRL y CTRL. De la diferencia entre los grupos experimental y control en cuanto a los puntajes del test de rendimiento de relación con otras disciplinas, observando los resultados obtenidos expresados en la tabla nº 1, no es necesaria ninguna consideración estadística.

Atendiendo al test de rendimiento en Lógica Proposicional el análisis de significación de las desviaciones estandar de las muestras, la "t" de Student exige para los grados de libertad considerados, para un error menor del 5% un valor superior al 2.04 y para un error menor del 1 % un valor del 2.75. Se ha obtenido un valor de la razón crítica de 1.09, pudiendo por lo cual expresar que el grupo experimental y de control presentan una variabilidad no significativa en cuanto a los puntajes obtenidos.

El análisis de significación de las varianzas de los puntajes de las muestras mediante la "F" de Snedecor para dicha prueba, exige para un nivel de error inferior al 5 % un valor 1.98 y para un nivel de error inferior al 1 % un valor de 2.34. Se ha obtenido un valor calculado de la razón crítica de ambas muestras de 1.47, siendo inferior a dichos límites. Por tanto podemos expresar que entre ambos grupos se cumple la equivalencia estadística entre ambas varianzas.

Atendiendo a la diferencia de medias entre el grupo de control y el grupo experimental, la "t" de Student para los grados de libertad considerados, exige un valor superior al 2.04 para un error inferior al 5 % y un valor superior al 2.75 para un error inferior al 1 %, para que dicha diferencia de medias sea significativa. El valor calculado para la diferencia de medias es 6.18 superior a dichas exigencias para ambos niveles de error.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se pue

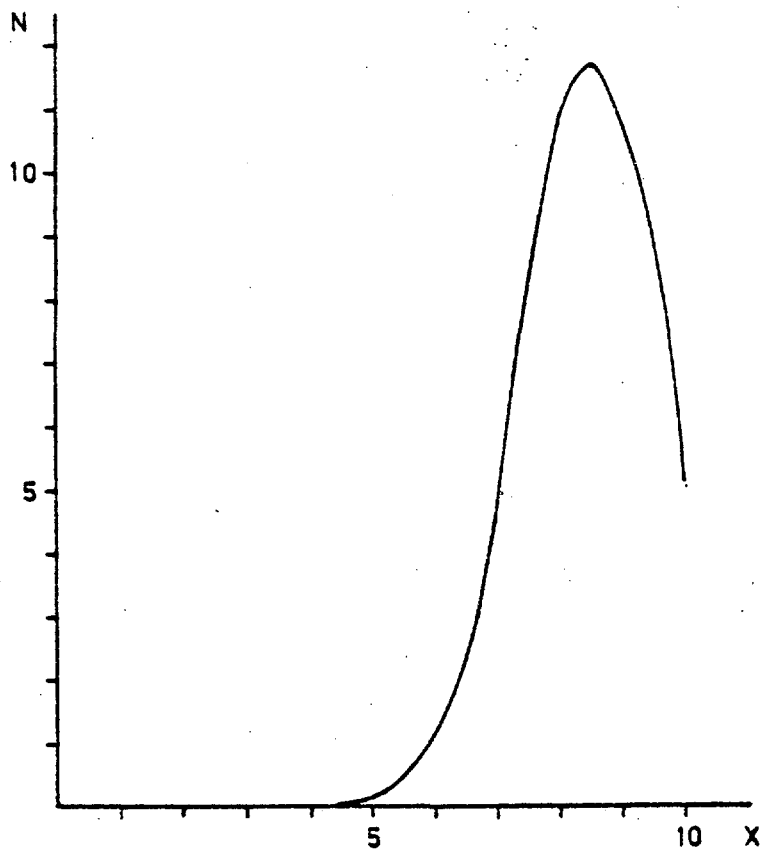


Fig. 5

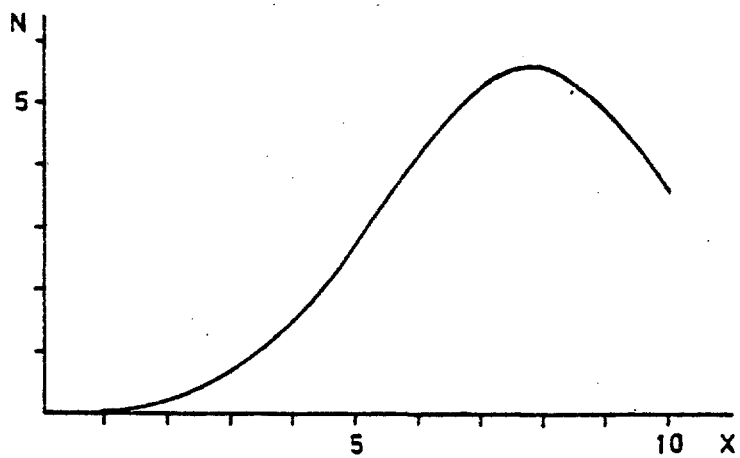


Fig. 6

de rechazar la hipótesis nula  $H_0$ , y expresar la diferencia de medias observadas entre el grupo de alumnos que recibe enseñanza de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo obtiene un mejor y más completo dominio de esas enseñanzas que el grupo de alumnos que recibe esas enseñanzas desde un esquema clásico no siendo dichas diferencias debidas a fluctuaciones del azar con un nivel de error inferior al 5 %.

#### 4.3.-Hipótesis $H_0$ .-

Como última prueba de control los alumnos de ambos grupos realizaron un test igual al realizado cuatro semanas antes en el momento de iniciar las enseñanzas objeto de esta investigación. Los datos que se derivan de los puntajes de esta prueba de inteligencia lógica son los correspondientes a ETF y CTF de la tabla nº 1. Las medidas descriptivas estadísticas calculadas están expresadas en la tabla nº 2. En las figuras nº 7 y nº 8 se pueden observar la forma de las curvas normales mejor adaptadas para los puntajes de esta prueba en los grupos experimental y control.

Atendiendo al análisis de significación de las desviaciones estandar de las muestras experimental y control, la "t" de Student exige para los grados de libertad considerados un valor de 2.04 para un error inferior al 5 % y un valor de 2.75 para un error inferior al 1 %. Se ha obtenido para la razón crítica en la comparación de ambos grupos un valor de 3.84, superior al mínimo exigido en ambos niveles de significación. Teniendo en consideración el análisis de significación para ambas muestras en las desviaciones estandar de la prueba inicial, ETI y CTI, no presentando significación y que la prueba final, ETF y CTF, es igual a la inicial y presenta una significación positiva podemos afirmar que el método de enseñanza ha producido una manipulación siendo los puntajes más variables en una que en la otra. Debemos recordar la duración de las enseñanzas objeto de la investigación, no superiores a cuatro semanas, pudiendo desprestigiar la influencia de otras disciplinas sobre la inteligencia lógica.

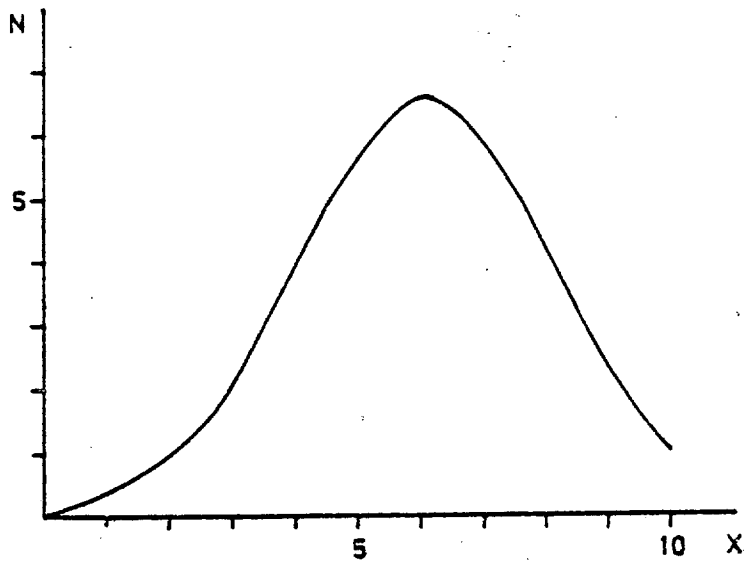


Fig. 7

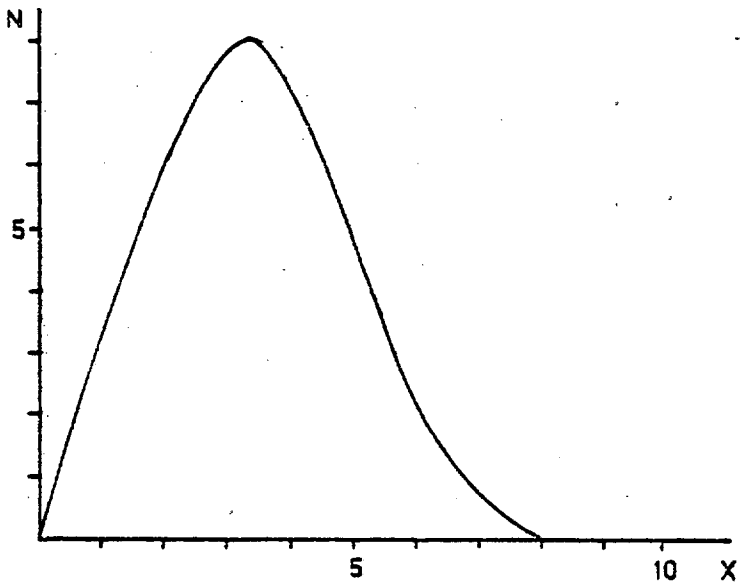


Fig. 8

Para determinar que muestra de forma significativa ha tenido una variación en las desviaciones estandar entre el test inicial y el test final, analizaremos dichas variaciones para cada muestra por separado en función de dichas pruebas. El análisis se realizará teniendo en cuenta la existencia de correlación entre ambas pruebas para las muestras como expresan las tablas nº 3 y nº 4.

Para el grupo de control entre el test inicial, CTI, y el test final, CTF, la razón crítica de las desviaciones estandar calculada es 0.16 valor inferior al que exige la "t" de Student para un error inferior al 5 % y al 1 %.

Para el grupo experimental entre el test inicial, ETI, y el test final, ETF, la razón crítica de las desviaciones estandar calculada es de 3.38, valor superior al que exige la t de Student para un error inferior al 5 % y al 1 %. Observando los valores de la tabla nº 2 podemos constatar que la desviación estandar ha disminuido para el grupo experimental.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores podemos afirmar en el grupo de control la variabilidad de los puntajes entre el test final e inicial ha permanecido casi constante, mientras que en el grupo experimental la variabilidad de puntajes ha disminuido de forma significativa. Podemos apuntar la existencia de una manipulación sobre el grupo experimental en el tiempo en que se producía la enseñanza objeto de esta investigación, teniendo en cuenta que el tiempo empleado en la misma fué no superior a las cuatro semanas y dado que el test inicial y final cuantifican una faceta relacionada con la Lógica, se puede apuntar la posibilidad de esta significación en la menor dispersión de los puntajes en el grupo experimental sea debida al "material potencialmente significativo" con el que se realizaron las enseñanzas del grupo experimental.

El análisis de significación de las varianzas de los puntajes de las muestras mediante la "F" de Snedecor exige para un error inferior al 5 % un valor superior a 1.98 y para un error in

ferior al 1 % un valor superior a 2.34. Se ha obtenido un valor para la razón crítica con respecto a ETF y CTF entre ambos grupos igual a 4.26, siendo por tanto significativo. Como consecuencia de ello ambas muestras no cumplen la equivalencia estadística entre ambas varianzas.

El análisis de significación de la diferencia de medias entre ambas muestras para esta prueba no se realiza al no cumplir la condición de equivalencia estadística entre las varianzas del grupo experimental y control.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores no se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , teniendo cierto riesgo de cometer un error de Tipo II. Por tanto podemos expresar que el grupo de alumnos que recibe clases de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo no obtienen un desarrollo superior de la inteligencia lógica que el grupo de alumnos que reciben estas enseñanzas desde un esquema clásico.

#### 4.4.-Significación en la diferencia de medias entre TI y TF.-

Para determinar la significación de las medias entre el test inicial y final de cada muestra tendremos en cuenta la existencia de correlación entre ambas pruebas tanto para el grupo experimental como de control según expresan las tablas nº 3 y nº 4.

La "t" de Student exige en los grados de libertad considerados, para un error inferior al 5 % un valor superior a 2.04 y para un error inferior al 1 % un valor superior a 2.75. Para el grupo de control la diferencia de medias entre el test inicial y el test final, CTI y CTF, tiene una razón crítica de 3.75. Para el grupo experimental la diferencia de medias entre ambos test, ETI y ETF, presenta una razón crítica de 5.86 valor superior al del grupo de control.

En ambas muestras se obtiene una significación alta para la diferencia de medias entre dichos test para cada grupo por separado.

Teniendo en cuenta que la Lógica Proposicional fué impar

tida en menos de cuatro semanas en ambos grupos utilizando cuatro horas semanales y que en ese tiempo las demás disciplinas impartidas no tratan de forma específica temas relacionados con la Lógica, se puede presumir que la Lógica Proposicional mejora de manera apreciable la inteligencia lógica de los alumnos de ambas muestras.

#### 4.5.-Significación de la diferencia de medias en G.-

Para determinar la significación de las medias entre las ganancias producidas, test inicial-test final, de inteligencia de las muestras se han desechado los puntajes negativos de alumnos que por diversas causas no se encontraban en disposición adecuada en el momento de la realización del test final. Como consecuencia de ello el número de puntajes ha descendido para la ganancia del grupo experimental, EG, y del grupo de control, CG, como se puede ver en la tabla nº 1. Las medidas descriptivas estadísticas para cada muestra se encuentran en la tabla nº 2.

En el tratamiento estadístico de esta significación se tiene en cuenta la característica de formar los puntajes de cada muestra una muestra pequeña, y ser una prueba unilateral.

La  $t$  de Student exige para los grados de libertad considerados en una prueba unilateral un valor superior a 1.68 para un error inferior al 5 % y para un error inferior al 1 % un valor superior a 2.40. El valor calculado para la relación crítica es de 0.96, inferior a los citados.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores podemos afirmar que las diferencias observadas entre las medias de los puntajes correspondientes a la ganancia de inteligencia lógica entre el grupo experimental y de control pueden ser debidas a fluctuaciones del azar.

#### 4.6.-Significación entre los coeficientes de correlación.-

Atendiendo a la significación entre los coeficientes de correlación expresados en las tablas nº 3 y nº 4, la  $t$  de Student



exige para los grados de libertad considerados con un error inferior del 5 % un valor superior a 2.00 y para un error del 1 % un valor superior a 2.65. Para la diferencia de los coeficientes de correlación correspondientes al test rendimiento en conocimientos de Lógica Proposicional, ETRL y CTRL, con sus ganancias en inteligencia lógica, EG y CG, el valor calculado para la razón crítica es de 2.33, superior al citado para un error del 5 %. Para los demás coeficientes de correlación los valores calculados de la razón crítica son inferiores a los exigidos por la "t" de Student.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y observando las tablas nº 3, nº 4, nº 5 y nº 6 podemos afirmar en el grupo experimental los alumnos que han obtenido menor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional, ETRL, obtienen una ganancia mayor de su inteligencia lógica que los alumnos que han obtenido mejor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional de este mismo grupo. También podemos afirmar que en el grupo de control los alumnos que han obtenido menor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional, CTRL, obtienen menor ganancia de su inteligencia lógica que los alumnos que han obtenido mejor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional de este mismo grupo. Por lo cual el material potencialmente significativo utilizado por los alumnos del grupo experimental en esta investigación produce una ganancia de inteligencia lógica de mayor cuantía en los alumnos que inicialmente estaban peor dotados.

#### 4.7.-Ecuaciones de regresión en forma de puntajes.-

En la realización de las ecuaciones de regresión para las pruebas de cada grupo las desviaciones típicas difieren de las expresadas en la tabla nº 1. Dicha variación es motivada por la pérdida de datos para aquellos puntajes en que la ganancia de inteligencia lógica resulta negativa. Estos puntajes de ganancia negativa se desprecian por resultar absurdo una pérdida de inteligencia lógica como consecuencia de un material de instrucción. La

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8						2		2		
6-7						1				
5-6										
4-5				1	1					
3-4			1			1			2	1
2-3						2	2	1	1	
1-2	1					1	1	2	1	
0-1		2					1	1	1	

X = ETRL      Y = EG

Tabla № 5

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8			1							
6-7								1		
5-6				1						
4-5				2	1			1		
3-4		1						1		
2-3		1	1							
1-2		2	1	1						
0-1		3	3	4		1				

X = CTRL      Y = CG

Tabla № 6

variación de la desviación típica solo afecta a los coeficientes de correlación y rectas de regresión en las que interviene la ganancia de inteligencia lógica. Como consecuencia de esta reducción de datos en la ganancia de la inteligencia lógica, se produce la correspondiente pérdida de puntajes en las demás pruebas correlacionadas con las ganancias. Las desviaciones estandar tomadas para estos coeficientes de correlación y rectas de regresión son:

$$\begin{array}{ll}
 S_{EG} = 2.02 & S_{CG} = 1.99 \\
 S_{ETRL} = 2.02 & S_{CTRL} = 1.74 \\
 S_{ETI} = 2.42 & S_{CTI} = 2.34 \\
 S_{ETF} = 1.03 & S_{CTF} = 1.64
 \end{array}$$

Las rectas de regresión se encuentran expresadas en forma gráfica superpuestas sobre los diagramas de dispersión correspondientes en las tablas nº 5 y siguientes. Las rectas de regresión vienen expresadas en forma de puntajes. Las ecuaciones de las rectas de regresión son las siguientes:

EG-ETRL

$$y = -0.23X + 4.33$$

$$S_{y \text{ est.}} = 2.00$$

CG-CTRL

$$y = 0.46X + 0.85$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.82$$

EG-ETI

$$y = -0.71X + 7.03$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.11$$

CG-CTI

$$y = -0.68X + 6.41$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.19$$

ETF-ETI

$$y = 0.10X + 7.87$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.13$$

CTF-CTI

$$y = 0.45X + 5.12$$

$$S_{y \text{ est.}} = 2.15$$

ETRL-ETI

$$y = 0.04X + 5.87$$

$$S_{y \text{ est.}} = 2.06$$

CTRL-CTI

$$y = -0.25X + 4.71$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.60$$

ETF-ETRL

$$y = 0.11X + 7.82$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.14$$

CTF-CTRL

$$y = 0.06X + 7.63$$

$$S_{y \text{ est.}} = 2.39$$

EG-ETF

$$y = -0.17X + 4.37$$

$$S_{y \text{ est.}} = 2.05$$

CG-CTF

$$y = 0.40X - 1.00$$

$$S_{y \text{ est.}} = 1.88$$

Junto a ellas se expresan los errores estandar,  $S_{y \text{ est.}}$ , de una medida de  $y$  en función de un puntaje  $X$  en las ecuaciones de regresión correspondiente.

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8		2	1							
6-7					1					
5-6										
4-5		2								
3-4				1	1	3	1			
2-3							5	1		
1-2					2		2	2	1	
0-1									2	3

X=ETI

Y=EG

Tabla Nº 7

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8		1								
6-7				1						
5-6				1						
4-5				3	1					
3-4					1		1			
2-3			1		1		1	2		
1-2							2	1	1	
0-1		1				1	1	2	4	2

X=CTI

Y=CG

Tabla Nº 8

X \ Y	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10		1	1	1		2	5	1	1	3
8-9		1			1	1	3	2	2	1
7-8				1					1	
6-7		2			2		1			
5-6									1	
4-5										
3-4										
2-3										
1-2										
0-1										

X=ETI

Y=ETF

Tabla № 9

X \ Y	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10		1		2	1		2	2	5	2
8-9				3	1		2	3		1
7-8					1		1			
6-7										
5-6						1				
4-5			1							
3-4					1					
2-3		1		1			2			
1-2										
0-1										

X=CTI

Y=CTF

Tabla № 10

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10						1				
8-9					1	1	1	1	1	1
7-8					1		2		2	
6-7						1	3	1	1	
5-6		1	1	1	1		2	1		
4-5		1								
3-4		1							1	1
2-3				1						2
1-2							1			
0-1										

X=ETI

Y=ETRL

Tabla № 11

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8				2			1			
6-7					1					
5-6									1	
4-5					1					
3-4		1		3		1			1	1
2-3		1	1	1	1		3	3	1	2
1-2					1		3	2	1	
0-1										

X=CTI

Y=CTRL

Tabla № 12

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10			2			5	1	3	3	1
8-9		1		1		1	5	1	2	
7-8			1							1
6-7				1	1	1		2		
5-6				1						
4-5										
3-4										
2-3										
1-2										
0-1										

X=ETRL Y=ETF

Tabla Nº 13

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10		2	5	4	1	1		2		
8-9		3	3	2					1	
7-8		1	1							
6-7										
5-6				1						
4-5			1							
3-4							1			
2-3			3	1						
1-2										
0-1										

X=CTRL Y=CTF

Tabla Nº 14



Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8									1	2
6-7										1
5-6										
4-5						2				
3-4							1	2		3
2-3									1	5
1-2							2		4	1
0-1									2	3

X = ETF      Y = EG

Tabla № 15

Y \ X	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
9-10										
8-9										
7-8										1
6-7										1
5-6										1
4-5									3	1
3-4									1	1
2-3					1			1		3
1-2									3	1
0-1			1			1		1	2	6

X = CTF      Y = CG

Tabla № 16

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

La presente Investigación Aplicada pertenece al Plan Nacional de Investigación del año 1984, convocado por el Centro Nacional de Investigación Educativa (C.I.D.E.) del Ministerio de Educación y Ciencia. El gasto de financiación necesario para el material y personal contratado que conlleva el desarrollo de la misma, ha sido sufragado por el Centro Nacional de Investigación y Documentación Educativa a través del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Madrid.

Agradecemos al Centro Nacional de Investigación y Documentación Educativa la financiación de esta Investigación Aplicada, así como al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Madrid por las gestiones realizadas con motivo del gasto de dicha financiación.

#### 5.1.-Reestablecimiento del problema.-

Una característica generalizada de las calificaciones de Lógica Proposicional en el tercero de BUP es el elevado número de insuficientes que obtienen los alumnos al realizar el control de los conocimientos, calificaciones que mejoran de forma muy apreciable al realizar el control de recuperación de los mismos.

La presente Investigación Aplicada consiste en comprobar si la Lógica Proposicional explicada mediante un esquema de conocimiento significativo, utilizando para ello la Electrónica Digital, puede mejorar en mayor grado el completo dominio de los conceptos y leyes de la Lógica Proposicional que explicados mediante un esquema dentro del contexto de los programas de Filosofía hoy vigentes.

Se establecieron las siguientes hipótesis:

- 1.-El grupo de alumnos que recibe clases de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo no obtiene un mejor y más completo dominio de las enseñanzas así como las relaciones

con otras disciplinas que el grupo de alumnos que reciben estas enseñanzas desde un esquema clásico, constituyendo la hipótesis  $H_0$ .

2.-El grupo de alumnos que recibe clases de Lógica Proposicional mediante un esquema significativo no obtienen un desarrollo superior de la inteligencia lógica que el grupo de alumnos que reciben estas enseñanzas desde un esquema clásico, constituyendo la hipótesis  $H_0$ .

### 5.2.-Procedimientos utilizados.-

Se han utilizado dos grupos de alumnos, uno denominado grupo de control, formado por 34 alumnos del I.B. Ramiro de Maeztu que reciben una enseñanza filosófica de la Lógica Proposicional según los programas del M.E.C. hoy vigentes; y otro grupo de 34 alumnos denominado experimental constituido por alumnos del I.B. Cardenal Herrera Oria, impartiendoles la enseñanza de la Lógica Proposicional mediante la Electrónica.

Los alumnos del grupo experimental utilizan 20 aparatos electrónicos idénticos. Estos aparatos no existen en el mercado al ser las exigencias marcadas a los mismos muy específicas. En el aparato se utilizan puertas lógicas y un circuito visualizador encargado de transmitir la información mediante una luz roja o verde. Para el manejo de dicho aparato no se necesitan habilidades especiales y cualquier alumno de 3º de BUP puede manejarlo sin dificultad. Dichos aparatos fueron utilizados con la ayuda de un guión de alumnos constituido por un material potencialmente significativo que expone la Lógica Proposicional contenida en los currículos de BUP hoy vigentes. Este material contiene unos guiones de experiencias prácticas para la utilización de las puertas lógicas. El guión de alumnos se encuentra reproducido en el apéndice de este informe junto a una detallada descripción de la manera de construir los aparatos.

Las secuencias de instrucción utilizadas en el material potencialmente significativo se expresan en la figura nº 1.

Se estimó como variable independiente el tipo de método utilizado. El nivel de inteligencia lógica inicial de cada alumno constituyó la variable secundaria o interviniente. Como posibles variables dependientes la ganancia por parte de los alumnos en los conocimientos de Lógica Proposicional y la ganancia en su inteligencia lógica según el método utilizado.

Para operativizar la variable independiente secundaria, inteligencia lógica inicial, realizaron los alumnos un test específico que mide la inteligencia lógica seleccionado por el psicólogo. Para operativizar la primera variable dependiente, conocimientos de Lógica Proposicional asimilados, los alumnos realizaron una prueba escrita formada por items de opción múltiple, pruebas prácticas, de ejecución y de selección de algún tipo de respuesta. Para operativizar la segunda variable dependiente, ganancia de inteligencia lógica, los alumnos realizaron un test igual al inicial.

Los datos se han tabulado mediante agrupación por intervalos, según indica la tabla nº 1. Realizándose para cada grupo, experimental y control, las medidas de tendencia central y de dispersión expresadas en la tabla nº 2; así como los coeficientes de correlación por el método de los momentos, tablas nº 3 y nº 4, y las rectas de regresión expresadas en las tablas nº 5 y siguientes; no habiendo lugar para el análisis de varianzas, covarianzas y los coeficientes de correlación parcial. La comparación de medias y desviaciones típicas se han realizado mediante la  $t$  de Student para un margen de error del 5%. La comparación de varianzas mediante la función "F" de Snedecor para un error inferior al 5%.

### 5.3.-Conclusiones.-

Conclusión preliminar que se desprende del análisis estadístico es la equivalencia inicial entre grupo experimental y control. En el test de inteligencia inicial la media del grupo experimental para esta prueba (ETI) no presenta diferencia significativa comparada con el grupo de control para esta prueba (CTI) con un error superior al 5%. Igualmente se puede considerar para esta

prueba que el grupo experimental y de control son igual de variables atendiendo a los puntajes para un nivel de error inferior al 5 %. En cuanto a las varianzas no presentan diferencias significativas a un nivel de error del 5 %.

La primera conclusión que se desprende del análisis estadístico es una significación de la diferencia de medias para el test en rendimiento de conocimientos en Lógica Proposicional en el grupo experimental (ETRL) respecto al grupo de control (CTRL) para un error inferior al 5 %. Para esta prueba el grupo experimental y el de control son igual de variables al 5 %, y no presentan diferencias significativas en cuanto a diferencias de varianzas al 5 %. Como consecuencia de esta significación en la diferencia de medias podemos rechazar la hipótesis nula  $H_0$  con un nivel de error inferior al 5 %.

Atendiendo al test de inteligencia lógica final se obtiene una variabilidad de puntajes significativa entre el grupo experimental para esta prueba (ETF) y de control (CTF) con un error inferior al 5 %. Comparando la variabilidad de puntajes para cada grupo por separado entre el test inicial y final (ETI-ETF y CTI-CTF) se observa no presenta diferencia de desviación típica al 5% el grupo de control, presentando diferencia significativa la desviación típica al 5 % el grupo experimental. Circunstancia que manifiesta una manipulación consecuencia de la enseñanza impartida en el grupo experimental. En cuanto a la comparación de varianzas entre el grupo experimental y el grupo de control para esta prueba presenta una diferencia de varianzas significativa para un nivel de error inferior al 5 %. Debido a esta significación de las varianzas no se calcula la diferencia de medias entre el grupo experimental y de control para el test de inteligencia final.

Como segunda conclusión obtenida del análisis estadístico de los datos es la no significación de la diferencia de medias correspondientes a los puntajes de ganancia de inteligencia lógica entre el grupo experimental (EG) y el de control (CG). Consecuencia de ello es la aceptación de la hipótesis nula  $H_0$ .

Tercera conclusión desprendida del análisis de datos es la diferencia significativa, con un error menor al 5 %, entre los coeficientes de correlación entre los puntajes del test de rendimiento en Lógica Proposicional y la ganancia de inteligencia lógica ( $r_{\text{TRL-CG}}$ ) Teniendo en cuenta la correlación en el grupo experimental expresada en la tabla nº 5, se observa que los alumnos con menor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional (ETRL) obtienen mayor ganancia en inteligencia lógica (EG) que los alumnos con mayor puntaje en el test de Lógica Proposicional. Teniendo en cuenta la correlación en el grupo de control expresada en la tabla nº 6, se observa que los alumnos con menor puntaje en el test de rendimiento en Lógica Proposicional (CTRL) obtienen menor ganancia en inteligencia lógica (CG) que los alumnos con mayor puntaje en el test de rendimiento de Lógica Proposicional. Como consecuencia de esta significación y dado que los alumnos con buen nivel de inteligencia inicial aprenden normalmente de forma significativa podemos afirmar que:

"La enseñanza de la Lógica Proposicional mediante un material potencialmente significativo produce mayor aumento en la ganancia de inteligencia lógica en los alumnos peor dotados en dichas enseñanzas que mediante la utilización de un material clásico sobre dichos alumnos".

#### 5.4.-Recomendaciones para investigaciones posteriores.-

Realizar una ampliación de esta Investigación Aplicada tomando como población mayor número de Institutos a fin de disponer de un mayor número de muestras y datos para poder determinar con mayor claridad la aceptación o rechazo de la hipótesis nula  $H_0$ . En dicha ampliación medir junto a la inteligencia lógica la capacidad de razonamiento lógico de los alumnos y sus ganancias, dividiendo los puntajes obtenidos en tres niveles para su comparación.

## BIBLIOGRAFIA



BARRIO J.

Técnicas digitales. Bases y aplicaciones.

Paraninfo 1982.

CARRERAS J.

Introducción a la electrónica digital.

Cedel 1981.

DOKTER F.-STEINHAVER J.

Electrónica digital.

Paraninfo 1981.

ESTRADA F.

10000 transistores, características y equivalencias.

Paraninfo 1981.

GARRIDO M.

Lógica simbólica.

Tecnos 1974.

GELDER.

El transistor en los circuitos de conmutación.

Rede 1976.

GERMAN E.-MELVIN T.

Introducción al álgebra de Boole y a los dispositivos lógicos.

Paraninfo 1972.

GISBERT M.

Conceptos y problemas de lógica moderna.

Labor 1968

MOSTERIN J.

Lógica de primer orden.

Ariel 1970.

SIDEREY A.

Electrónica.

Paraninfo 1972.

SJOBBERA D.

Empleo de transistores.

Paraninfo 1976.

SUPPES P.

Introducción a la lógica simbólica.

C.E.C.S.A. 1966.

APENDICES

APENDICE 1

El aparato que manejan los alumnos es un circuito electrónico que tiene como constituyentes: una pila, un circuito impreso, tres zócalos de 14 patillas, dos C.I.-7400, un C.I.-7408, un C.I. 7432, un C.I.-7486, 4 transistores, 4 led, 8 resistencias, espadines, faston y cable de conexiones.

#### ALIMENTACION DEL CIRCUITO.

Se realiza mediante una pila de petaca de 4,5 V. La alimentación debería ser con 5 V., por los C.I., para este valor de potencial se necesita una fuente estabilizada que suele ser cara, para los 20 aparatos serían necesarias diez fuentes. Por esta razón se optó por utilizar una pila de petaca de 4,5 V. que suministrando un 10% menos de voltaje permite funcionar al C.I.-7400 de forma excelente y a los demás con una estabilidad buena. Además la pila permite una autonomía total al no ser necesario instalar los aparatos cerca de una toma de corriente eléctrica. Por lo cual se puede realizar la experiencia en el aula del grupo correspondiente.

La conexión se realiza mediante dos cables con faston de tamaño medio en sus extremos y soldados en su otro extremo en el lugar del circuito impreso señalado con + o con -. Esta señalización se encuentra en ambas caras del circuito impreso con el fin de ser correctamente conectada la pila en la polaridad adecuada.

#### PLACA DE CIRCUITO IMPRESO.

El circuito impreso está realizado sobre una placa de doble cara sensibilizada para luz ultravioleta. Las dimensiones de la misma se pueden observar en la figura nº1, de escala 1/1. Dicha figura está colocada en forma inversa, sacando un vegetal de ella se puede utilizar como base para la impresión de la placa. Es necesario obtener un vegetal o transparencia de la misma.

Al ser la placa de doble cara, hay una figura de la cara

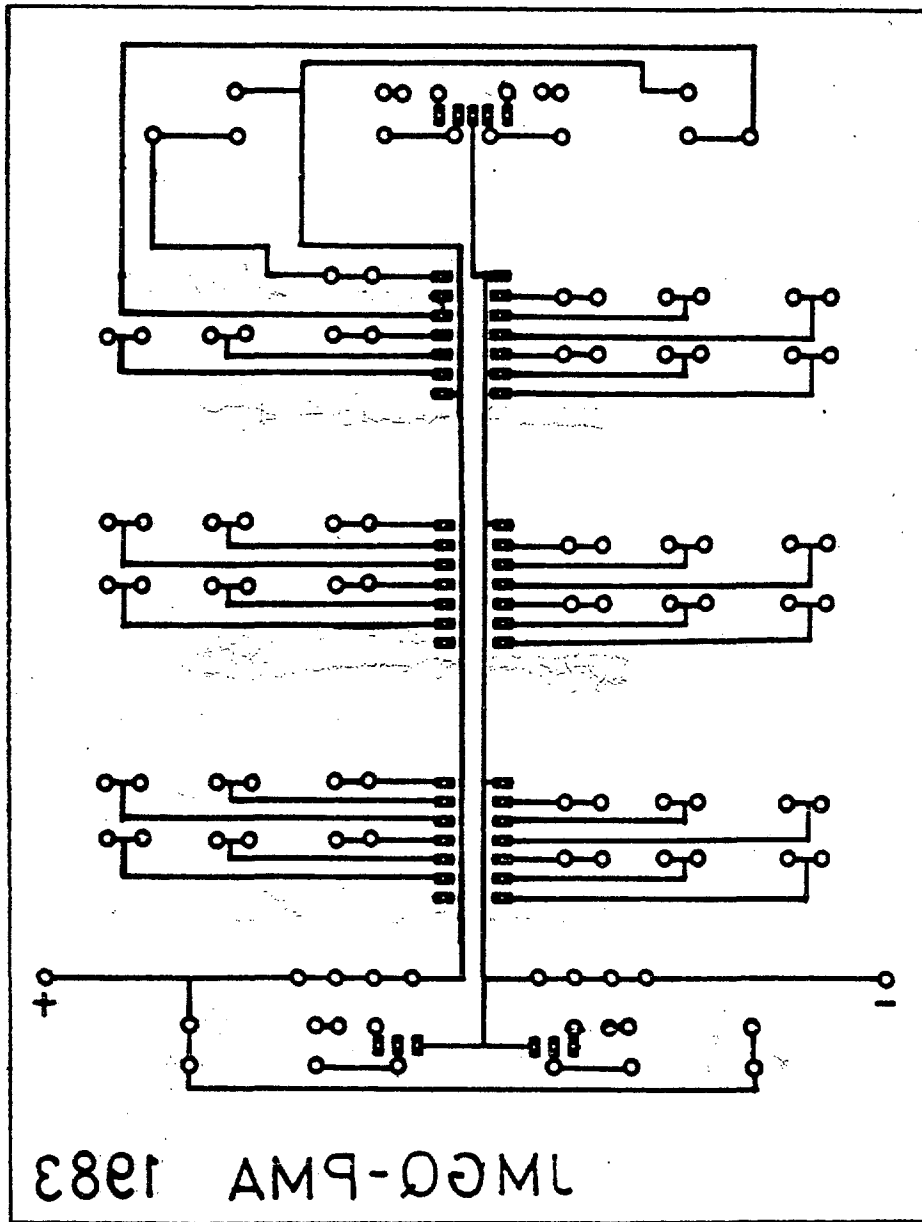


Fig. 1

anterior y otra de la cara posterior. La primera tiene letras y números y la segunda el circuito impreso.

Se puede suprimir la impresión de la cara anterior utilizando una placa de cara simple sensible a la luz ultravioleta. La impresión de la cara anterior se realizará en la fibra de vidrio una vez atacada, lavada y seca, por ser así la fibra de vidrio traslúcida y poder impresionar en el lugar exacto cada número o letra. Se recomienda la utilización del rotulador "edding 3000" para esta impresión o un letrasett.

Si se realiza la impresión de doble cara, se debe conseguir exacta coincidencia de ambas caras. Conviene adquirir las placas fotosensibles en un establecimiento con gran volumen de ventas para evitar hayan perdido su actividad fotosensible como resultado del paso del tiempo entre fabricación y venta.

Para los no acostumbrados a la realización de las mismas recomendamos la adquisición de un texto en donde se explique detalladamente la impresión de placas. También se puede adquirir el nº 33, correspondiente a Nov. 83, de la excelente revista de electrónica "RESISTOR" en donde aparece un artículo de D. Luis Martín Marín sobre este tema.

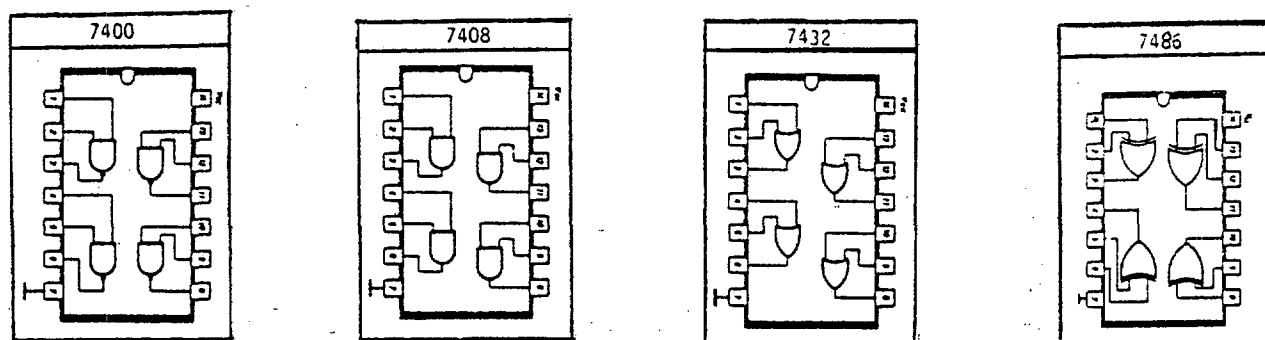
Una vez obtenida la placa de circuito impreso hay que hacer los taladros correspondientes. Se recomienda el taladro de 0,8 mm. de diámetro para las bases rectangulares y de 1 mm. para las bases circulares. El punto exacto donde se debe realizar el taladro es el lugar en que se encuentra un orificio completamente rodeado de negro (en el esquema) o de cobre (en la placa).

La realización de las placas para esta experiencia fué efectuada por personal especializado contratado que tiene los conocimientos necesarios, dirigido por los profesores de esta experiencia. Se utilizó placa de doble cara y una lámpara ultravioleta de 500 W, dando un tiempo de 2 min. Se utilizó un soporte de cobre y el conjunto de productos "FOTORRESIST" de la marca KODAK. El taladro de las placas se efectuó con taladradoras miniatura propiedad del personal especializado contratado.

## CIRCUITOS INTEGRADOS.

Para la realización de la experiencia se eligieron los circuitos integrados especificados. Del C.I. 7400, 2 unidades al ser necesarias más de tres puertas NAND para los ejercicios prácticos y de los demás solamente uno al ser suficiente con 4 puertas. Sólo se trabaja en la experiencia con tres NAND de las cuatro que tiene un 7400 por usar la cuarta como circuito inversor para el led indicador de "resultado falso". Esta utilización viene detallada en el apartado dedicado a otros componentes electrónicos. El C. I. que tiene disponible solamente tres puertas NAND es el situado en la parte superior del aparato.

Los esquemas de los circuitos integrados son los siguientes:



Los C.I. se colocan en los correspondientes zócalos para evitar su calentamiento en la soldadura y con el fin de poderlos sustituir por otros. Para realizar una de las prácticas es necesario utilizar dos 7400, la sustitución del 7486 por el 7400 resulta fácil por estar insertos en los zócalos y no estar soldados directamente en la placa los C.I.

Los C.I. son de dos entradas y una salida por puerta. Las puertas han sido numeradas, las entradas localizadas con letras a) y b), las salidas con una letra s). Cada entrada o salida tiene un par de espadines para conexiones. Los espadines, las letras y los números se encuentran en la cara anterior de la placa, junto a los demás componentes electrónicos. Cada entrada o salida se identifica mediante el número de puerta lógica y la letra que la corres



ponde. Ver figura 2.

Las conexiones necesarias se realizan mediante cables de conexiones con dos faston o dos cables con tres faston, como indica la figura nº 4. La longitud de los cables debe ser de dos tipos: 10 cm. y 5 cm. Estos cables deben ser de cualquier color exceptuando el rojo y el negro. También serán necesarios dos cables negros, cada uno con dos faston, que serán los cables "q", dos cables rojos, cada uno con dos faston, que serán los cables "p". A estos últimos cables, "p" y "q", se les adosará una etiqueta o dymo en donde especifique si son cables "p" ó "q". Con estos cables se introducen los valores de verdad en los C.I.

#### OTROS COMPONENTES ELECTRONICOS.

Los demás componentes electrónicos tienen como misión visualizar mediante "led" los valores de verdad que introducimos en los circuitos integrados y los valores de verdad que se obtienen de las combinaciones de puertas lógicas. El led verde corresponde al valor verdadero y el led rojo al valor falso, según las normas internacionales de asignación de colores.

Observando la figura 2, existen dos led en la parte superior del aparato que determinan el valor verdadero o falso de la conexión. El verde recibe el estado lógico 1 ó 0, encendiéndose o apagándose. La alimentación de este led se efectúa mediante un transistor BC107 que actúa de conmutador asociado. Para ello uniremos el negativo del led al colector de dicho transistor, el positivo del led se conecta a una resistencia de  $180 \Omega$  y de esta al positivo de alimentación. El emisor se conecta al polo negativo de alimentación y la base a una resistencia de  $1K \Omega$ . Del otro extremo de la resistencia de  $1K \Omega$  al espaldín que se denomina "1" en la placa de circuito impreso.

El otro led de la parte superior, el rojo, se conecta de igual forma que el anterior, exceptuando la conexión posterior a la resistencia de  $1K \Omega$ . Desde esta resistencia se une a la salida de una puerta NAND. Las entradas de dicha puerta NAND están unidas

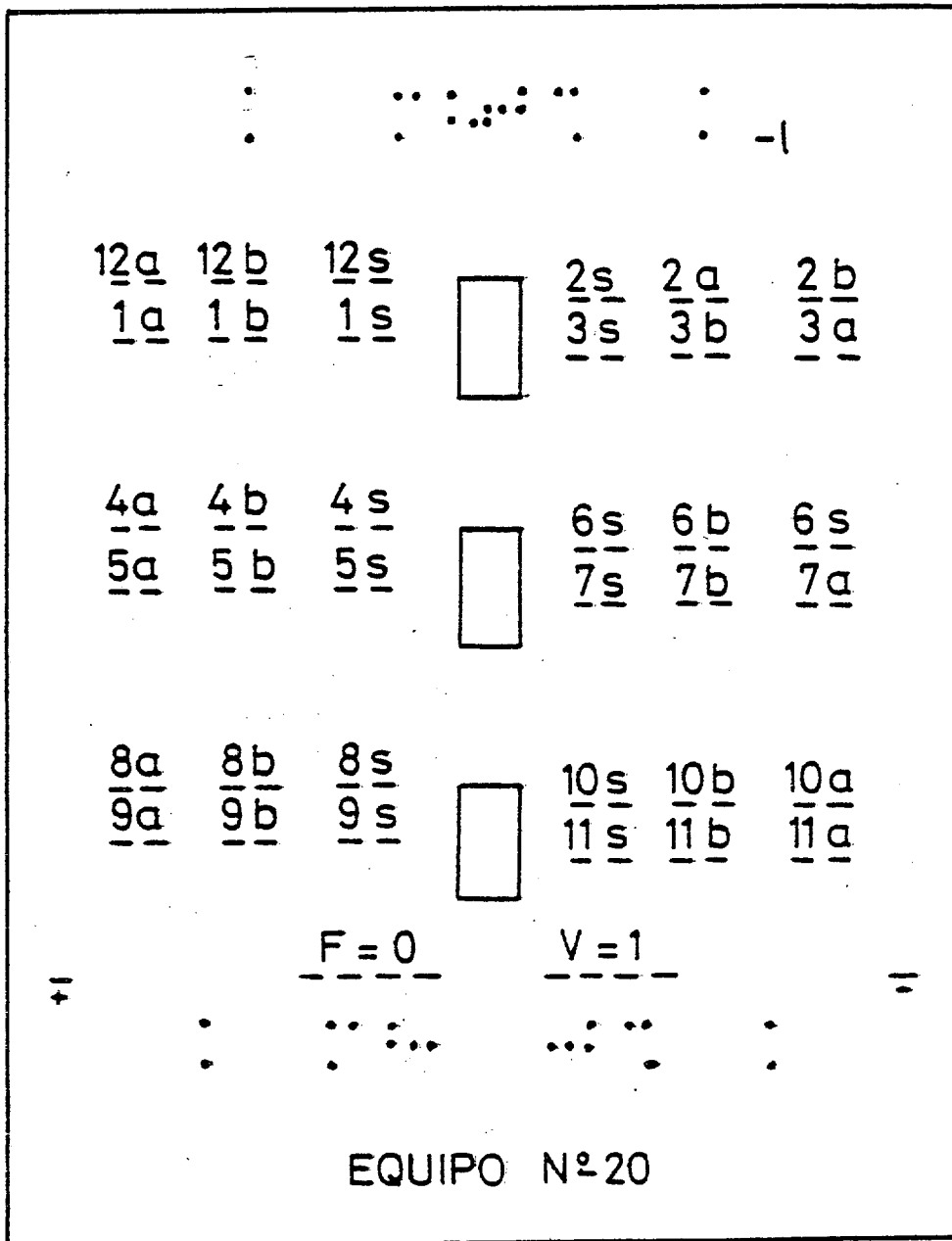


Fig. 2

entre sí para formar un inversor. Se alimentan estas entradas mediante una pista entre el espadín "1" y una de las entradas. Obsérvese el circuito de la figura 1.

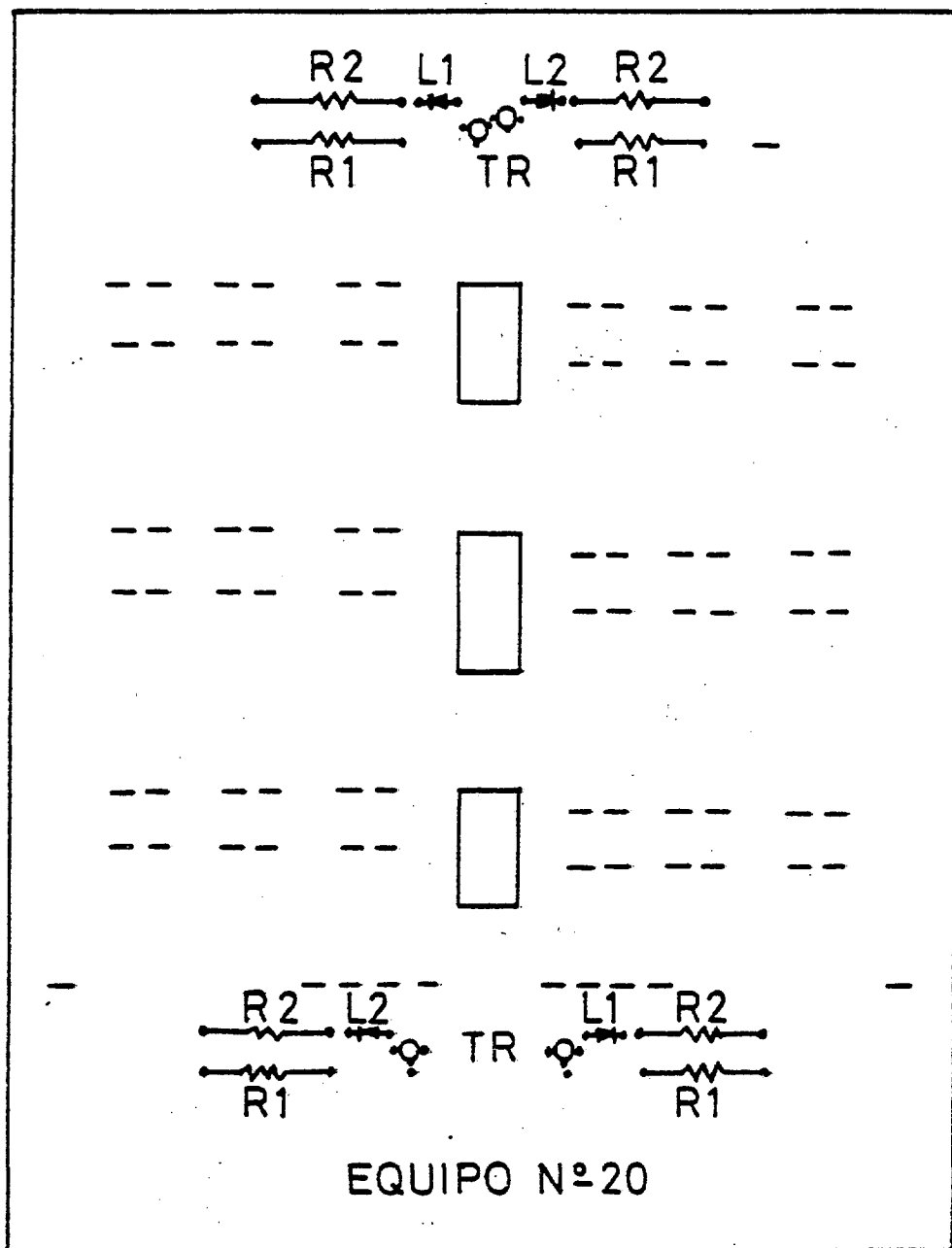
De esta forma se consigue que cuando esté encendido el led verde el rojo esté apagado, y cuando esté apagado el led verde se encuentre encendido el rojo.

Los led de la parte inferior son led localizadores de los valores verdadero(1) y falso(0). Permanecen encendidos siempre que se encuentre el circuito alimentado. Sus conexiones son similares a las de los otros dos exceptuando la conexión posterior a la resistencia 1K, se conecta al polo positivo de la alimentación.

Para facilitar el montaje del aparato se muestra en la figura nº3 como hay que colocar los componentes en la cara anterior de la placa. Cada componente tiene una letra y un número localizador, en la lista que se encuentra en la parte inferior especifica el componente de que se trata y el código de identificación. En los transistores se especifica el emisor, colector y base; en el diodo el polo positivo y el negativo.

En el momento de conectar la pila y sin realizar conexiones entre los circuitos integrados y las entradas lógicas aparecerán los cuatro led encendidos. Este efecto es normal y en cuanto se empieza a realizar las prácticas adopta el aparato su normal funcionamiento, manteniéndose encendido solamente uno de los dos de la parte superior del aparato.

Conviene en los cuatro vértices del aparato realizar un taladro e insertar unos tornillos con separadores a fin de elevar el mismo de la mesa de trabajo.



**Componentes electrónicos:**

L1 leed rojo (dos unidades)

L2 leed verde (dos unidades)

TR transistor BC107 (cuatro unidades)

R1 resistencia 1K 1/2 W (cuatro unidades)

R2 resistencia 180 1/2 W (cuatro unidades)

Fig. 3

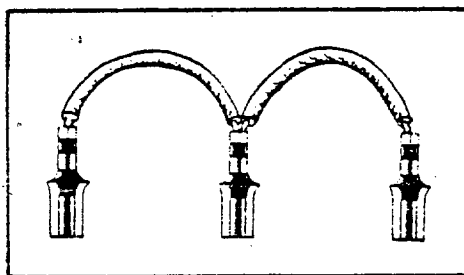
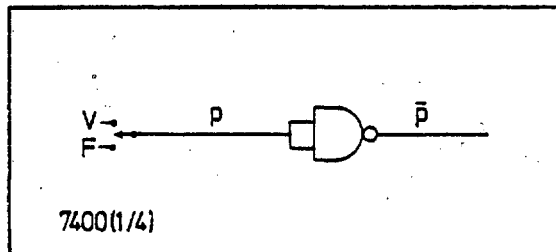


Fig. 4

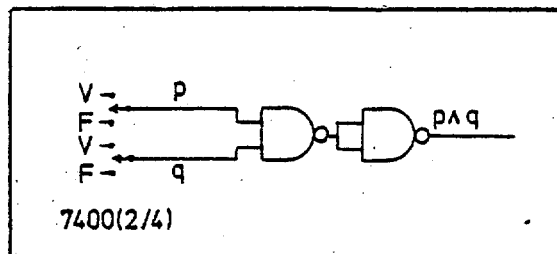
APENDICE 2

ESQUEMAS ELECTRONICOS DE LAS PRACTICAS.

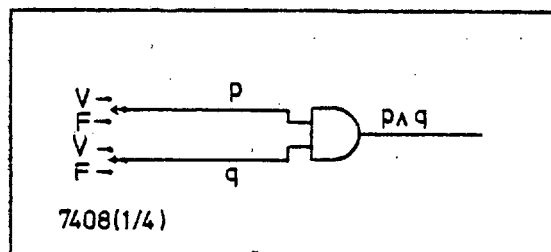
1.-Negador.-Se emplea una puerta NAND de un C.I.7400,el esquema correspondiente es:



2.-Conjuntor.-Se emplea dos puertas NAND,actuando una como inversor,de un C.I.7400;el esquema correspondiente a los NAND es:

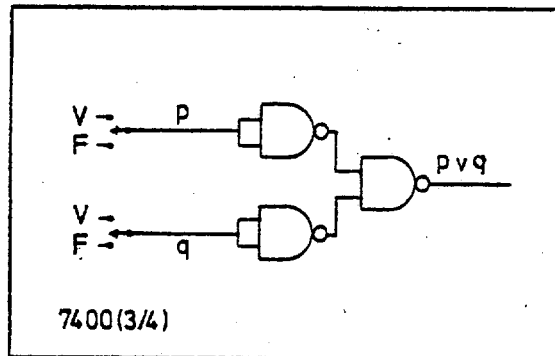


Si se dispone,se puede utilizar una puerta AND ,sustitu<sub>u</sub>yendo el C.I.7400 por un C.I.7408,se le colocaría de la misma forma que el sustituido.Las conexiones del gui<sub>o</sub>n de la práctica cambiarían.El esquema correspondiente a una puerta AND es:

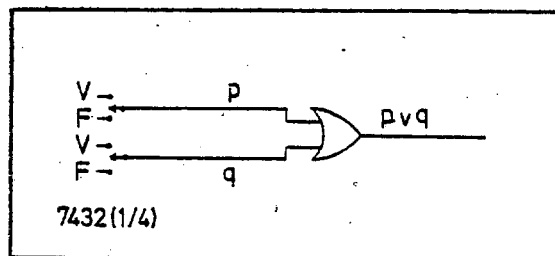


3.-Disyunción inclusiva.-Se emplean tres puertas NAND de un C.I.7400,actuando dos de dichas puertas como inversores.Se puede utilizar una puerta OR en sustitución de las anteriores,para ello se

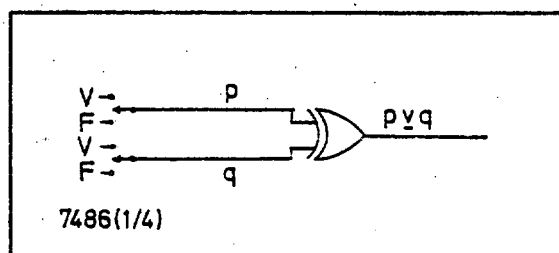
utilizará un C.I.7432.El esquema correspondiente a las tres puer-  
tas NAND es el siguiente:



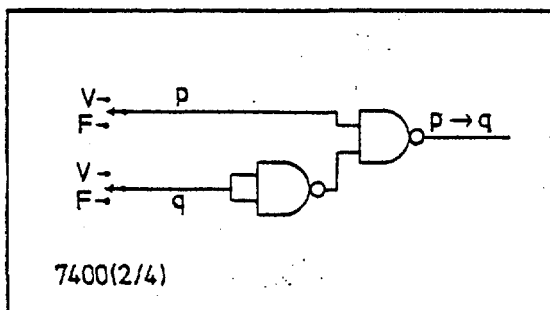
Si se utiliza un C.I.7432 para obtener la misma tabla de  
verdad,se colocará este C.I. igual que el C.I.7400 sustituido.Se  
tiene que tener en cuenta que las conexiones del guión de la prác-  
tica no serán las mismas que para el C.I.7400. El esquema corres-  
pondiente a una puerta OR es el siguiente:



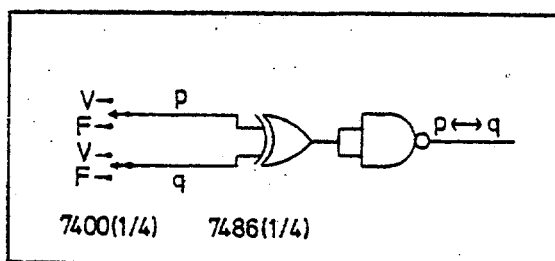
4.-Disyuntor exclusivo.-Se emplea una puerta EXOR de un C.I.7486;  
el esquema correspondiente será:



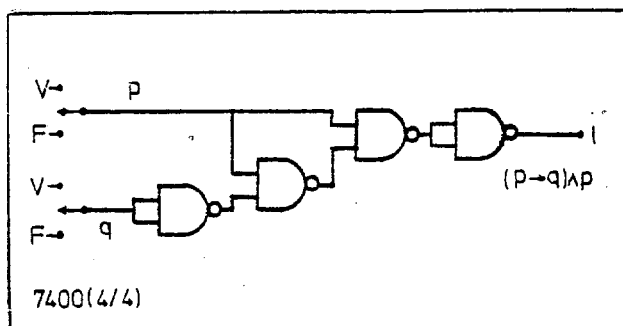
5.-Condicional.-Se emplean dos puertas NAND, una como inversor;el esquema correspondiente es:



6.-Bicondicional.-Se emplea una puerta EXOR y una NAND según el siguiente esquema:



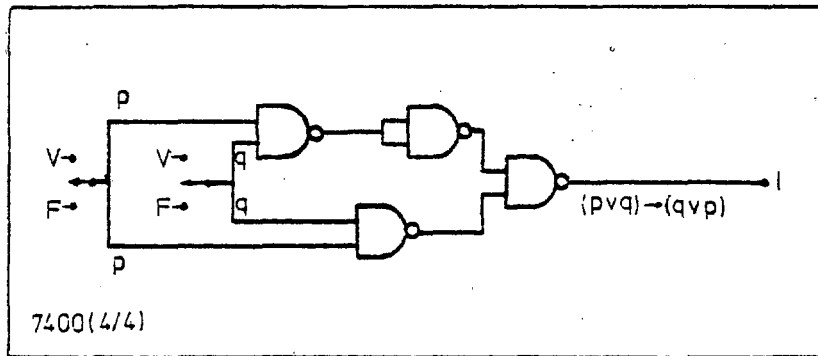
7.-Indeterminación.-Se emplean cuatro puertas NAND, del C.I.7400, dos de ellas como inversores;el esquema correspondiente es:



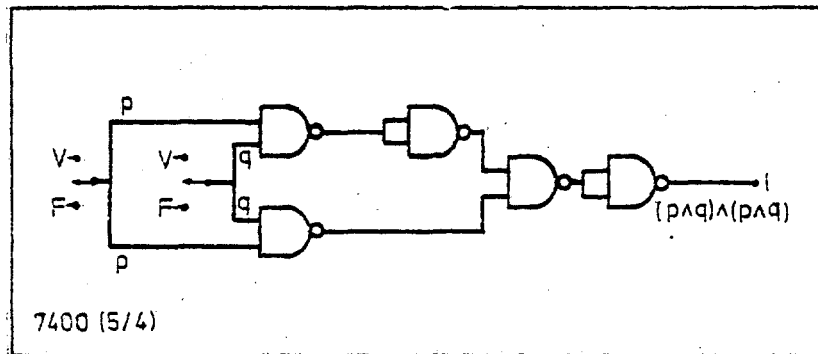
8.-Tautología.-Se emplean cuatro puertas NAND,del C.I.7400, el es



quema correspondiente es:

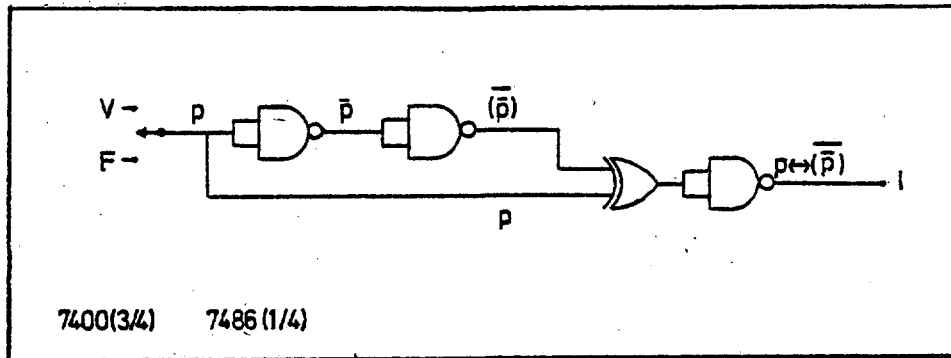


9.-Contradicción.-Se emplean cinco puertos NAND, de la forma:

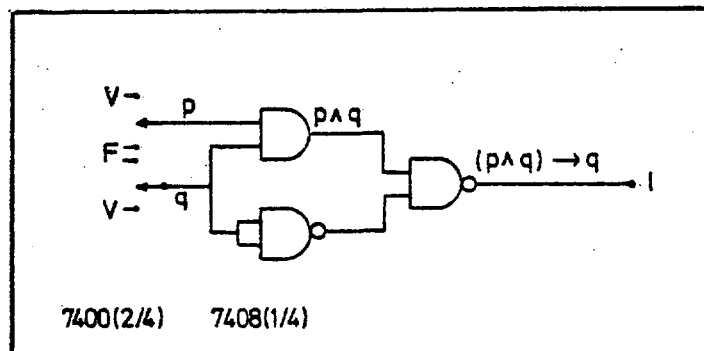
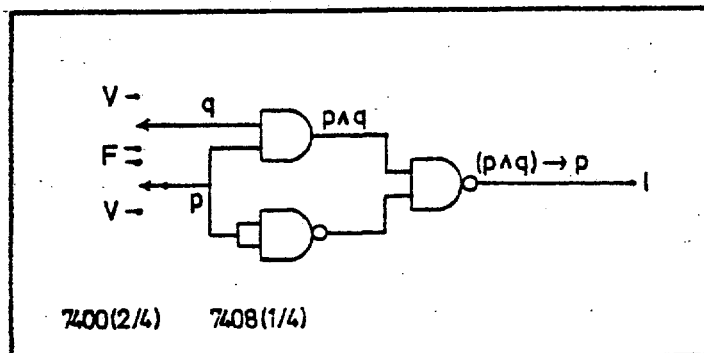


ESQUEMAS ELECTRONICOS DE LAS REGLAS DE INFERENCIA.

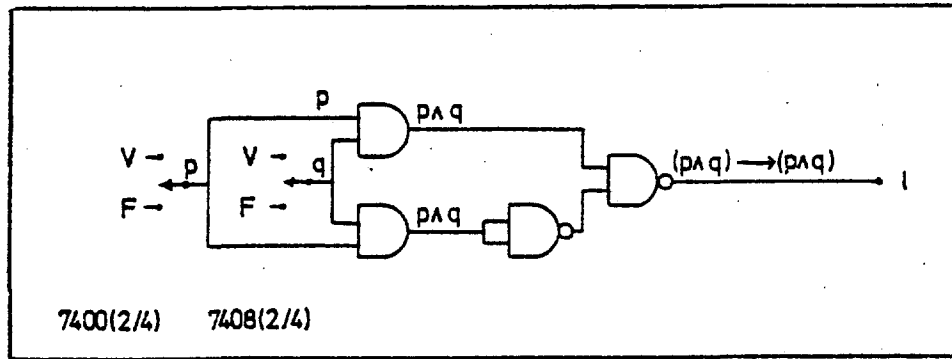
1.-Doble negación.-Se emplean una puerta lógica EXOR y tres NAND como inversoras.



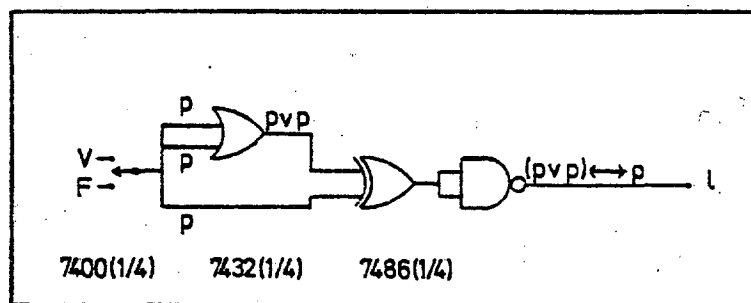
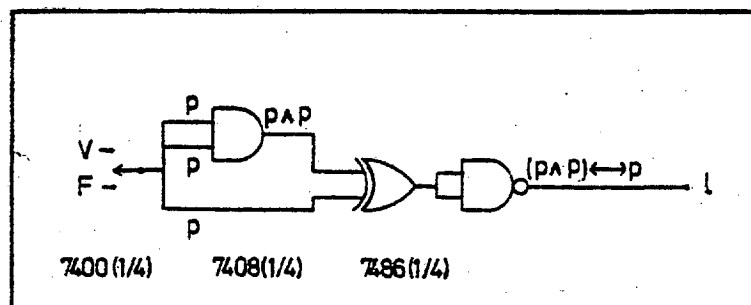
2.-Simplificación.-Se emplean una puerta lógica AND y dos NAND actuando una de ellas como inversora.



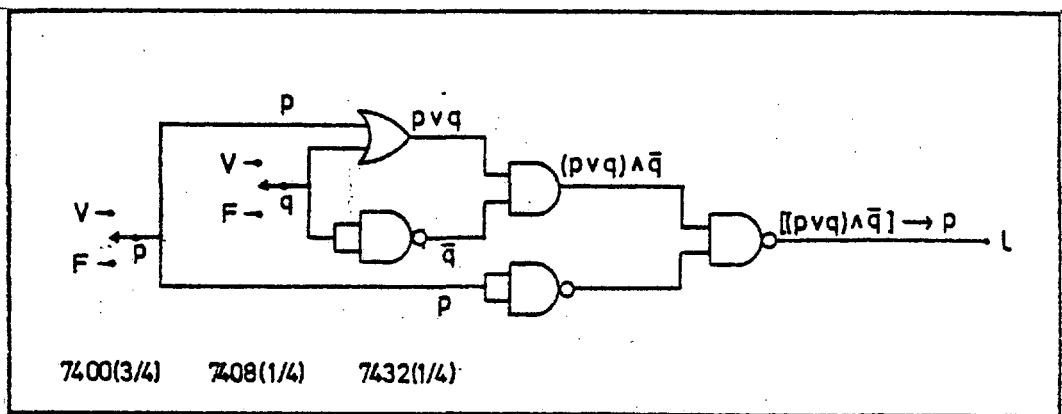
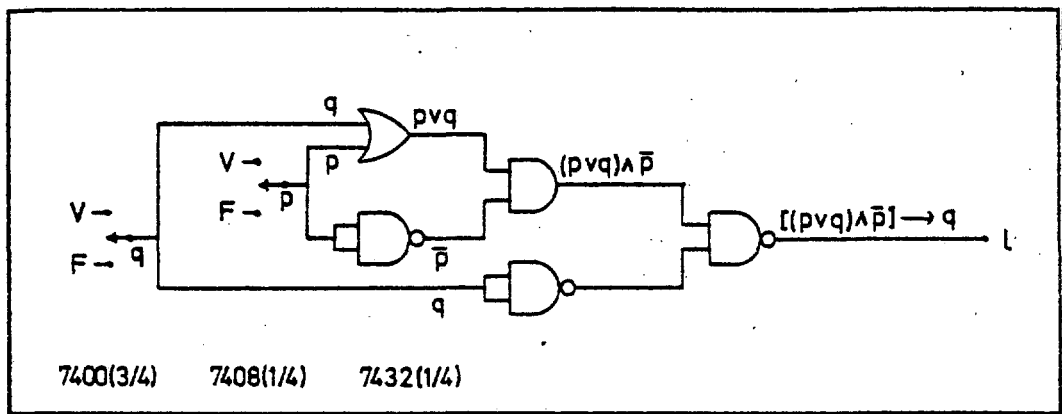
3.-Conjunción.-Se emplean dos puertas lógicas AND y dos puertas lógicas NAND actuando una de éstas últimas como inversora.



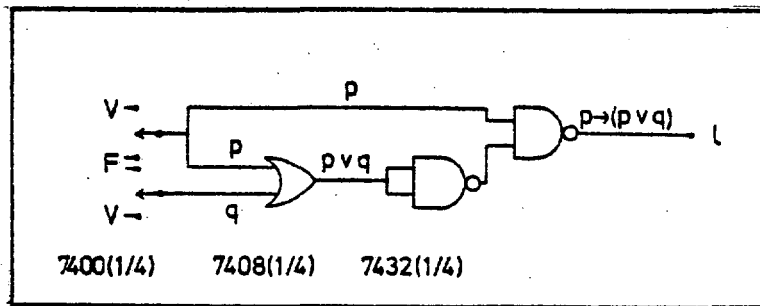
4.-Idempotencia.-En la primera se utilizan:una puerta lógica AND, una EXOR y una NAND que actúa como inversor.En la segunda regla se emplean:una puerta lógica OR,una EXOR y una NAND que actúa como inversor.



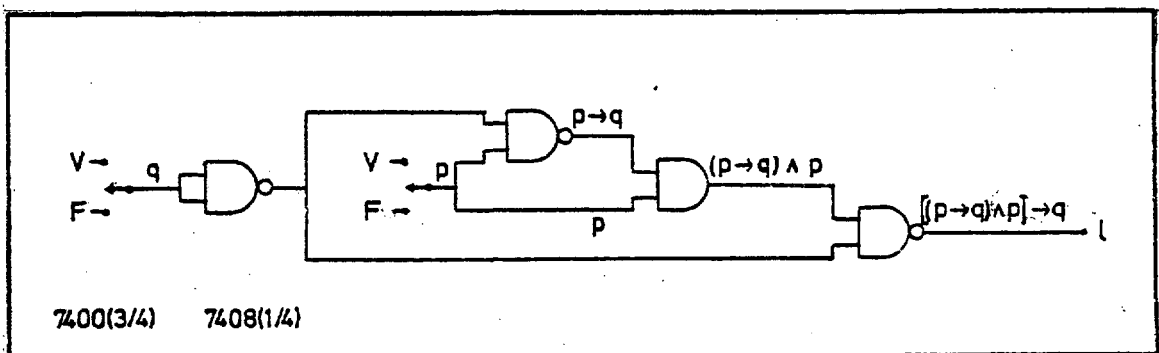
5.-Silogismo disyuntivo.-En la primera regla de inferencia se utilizan: una puerta lógica OR,una puerta lógica AND,tres puertas lógicas NAND actuando dos de éstas últimas como inversoras.En la segunda regla de inferencia se utilizan: una puerta lógica OR,una puerta lógica AND,tres NAND actuando dos como inversoras.



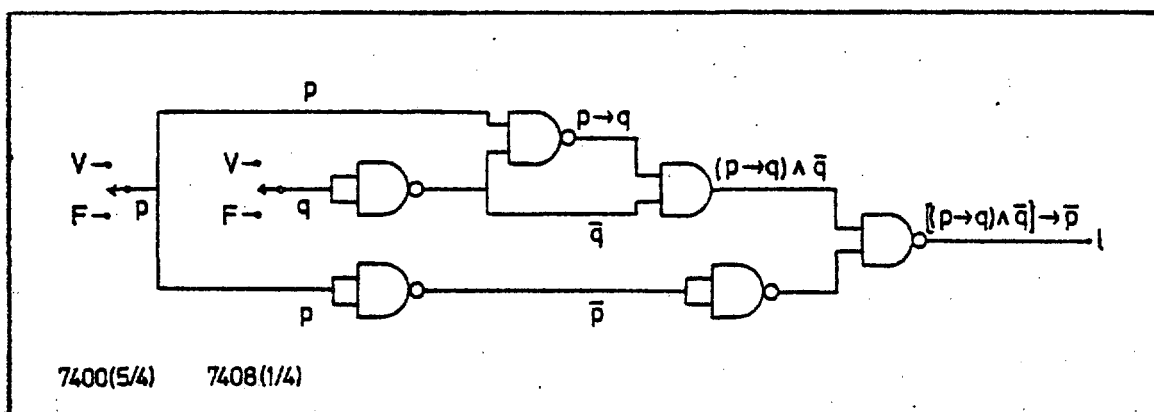
6.-Adición.-Se emplean una puerta lógica OR, dos NAND actuando una como inversora:



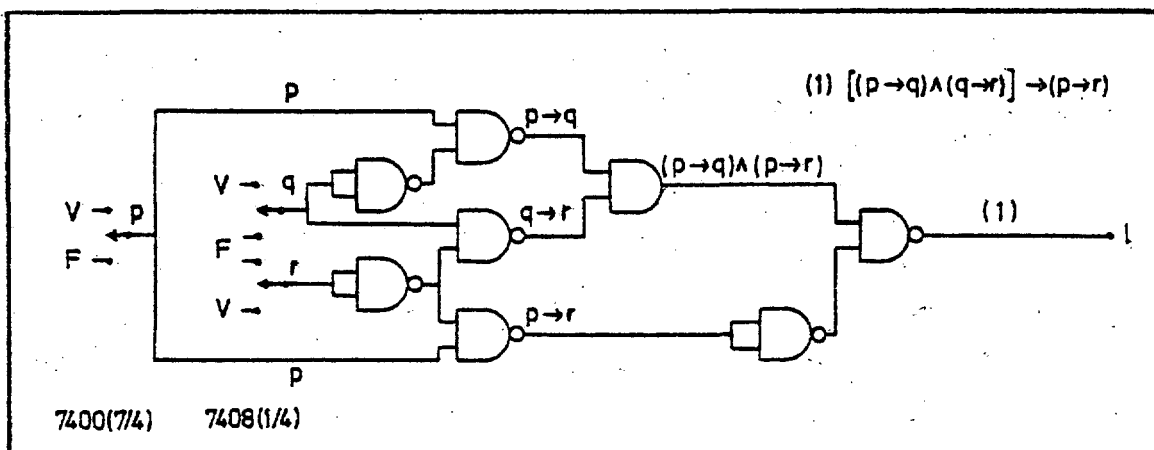
7.-Modus Ponens.-Se emplean una puerta lógica AND y tres NAND ac tuando dos de éstas últimas como inversoras.



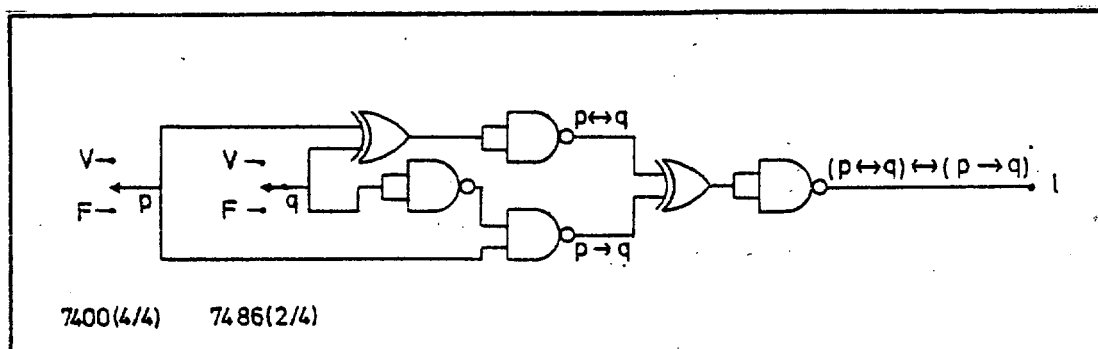
8.-Modus Tollens.-Se emplean una puerta lógica AND, dos puertas lógicas NAND y tres puertas lógicas NAND que están actuando como inversoras.

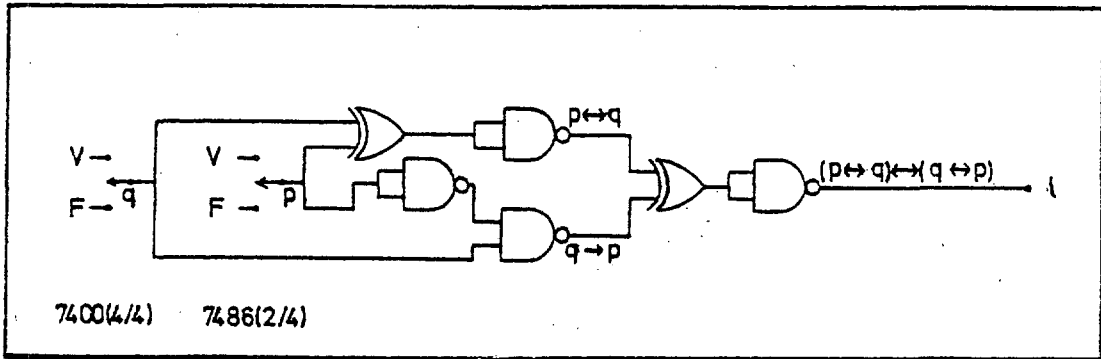


9.-Transitividad.-Se emplean una puerta lógica AND, cuatro puertas lógicas NAND y tres puertas lógicas NAND que están actuando como inversoras.

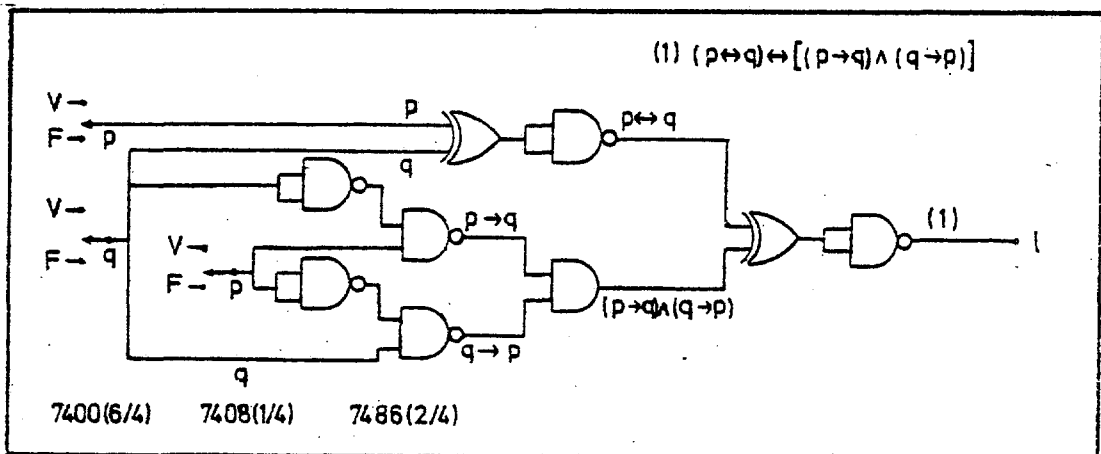


10.-Bicondicionalidad.-Se emplean dos puertas lógicas EXOR, una puerta lógica NAND y tres puertas lógicas NAND que actúan como inversoras.

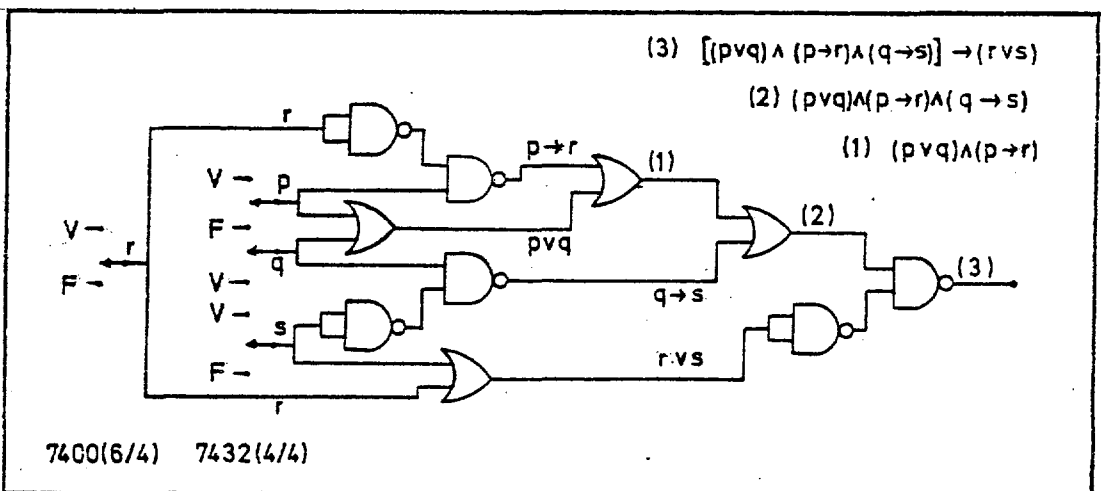




En la última se emplean dos puertas lógicas EXOR ,cuatro puertas lógicas NAND como inversoras, dos puertas NAND y una puerta AND.

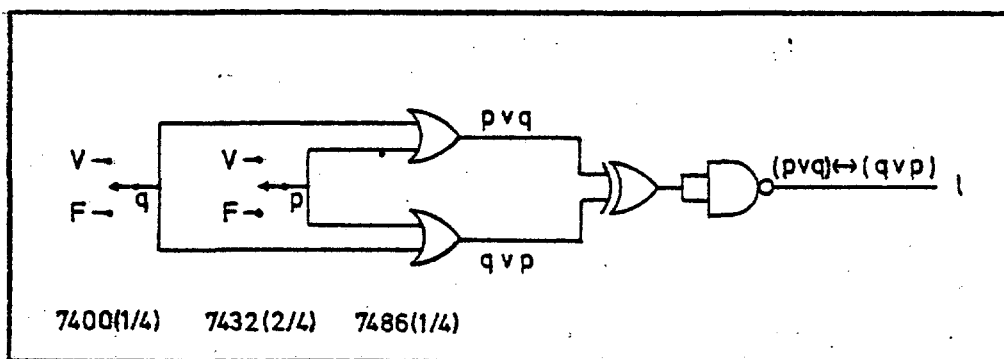
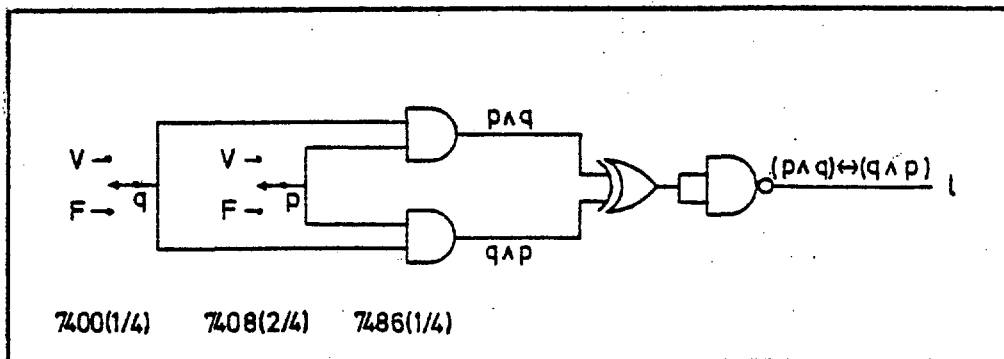


11.-Dilema.-Se emplean cuatro puertas lógicas OR ,tres puertas lógicas NAND y tres puertas lógicas NAND actuando como inversoras.

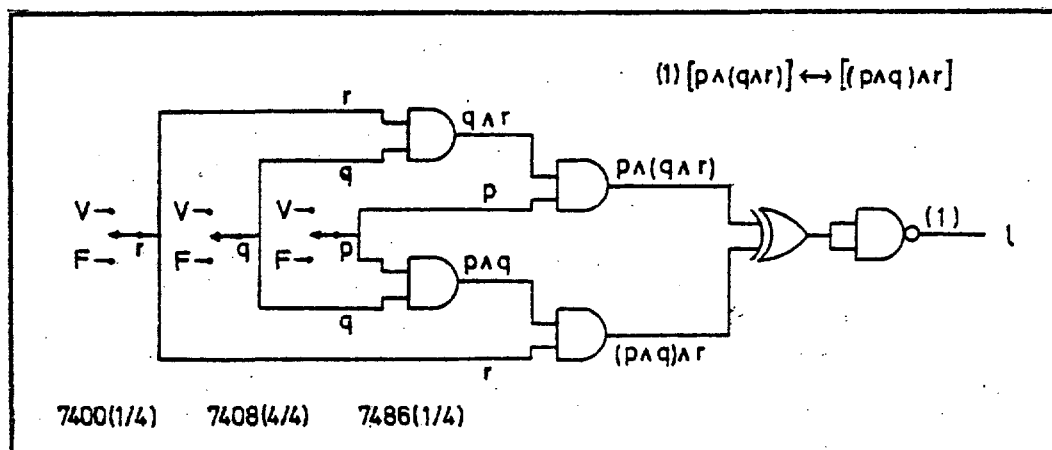


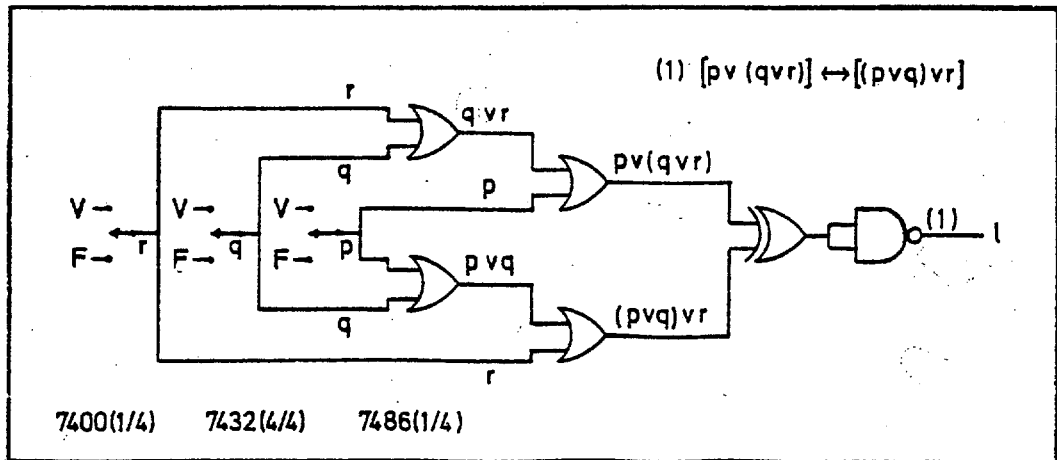
12.-Conmutativa.-En la primera regla de inferencia se utilizan un par de puertas lógicas AND, una puerta lógica EXOR y una puerta ló

gica NAND actuando como inversor. En la segunda regla de inferencia se utilizan dos puertas lógicas OR, una puerta lógica EXOR, una puerta lógica NAND actuando como inversor.

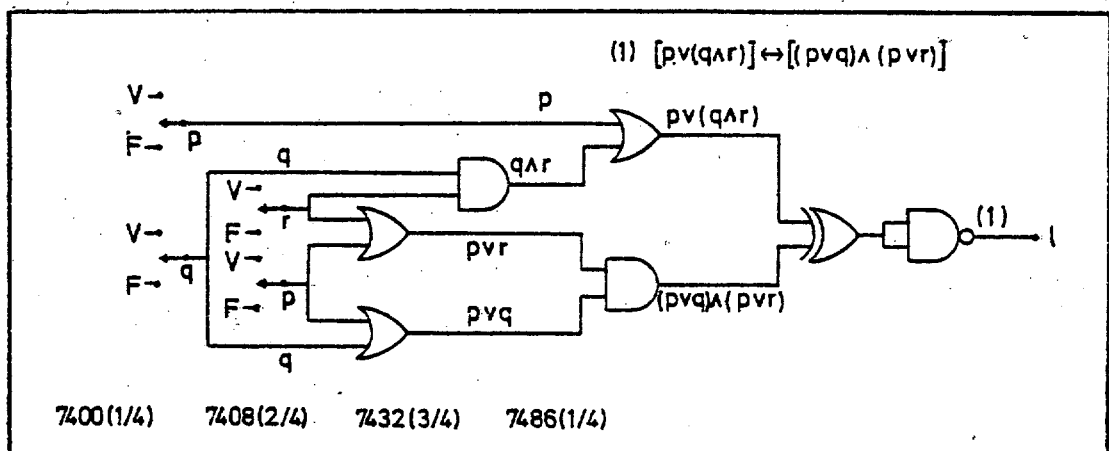
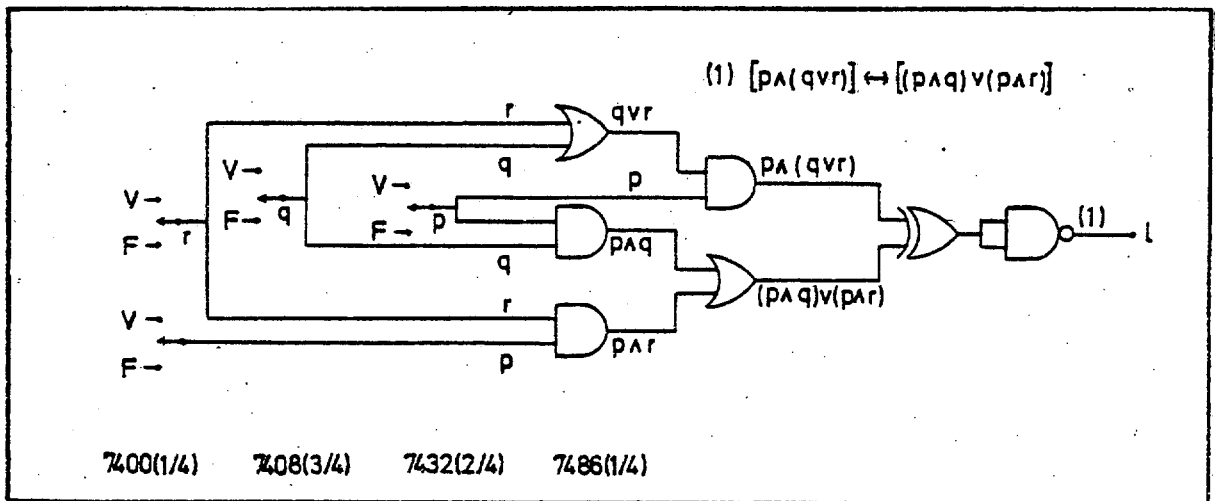


13.-Asociativa.- En la primera regla de inferencia se emplean cuatro puertas AND, una puerta lógica EXOR y una puerta lógica NAND actuando como inversor. En la segunda regla de inferencia se utilizan cuatro puertas lógicas OR, una puerta lógica EXOR y una puerta lógica NAND actuando como inversor.





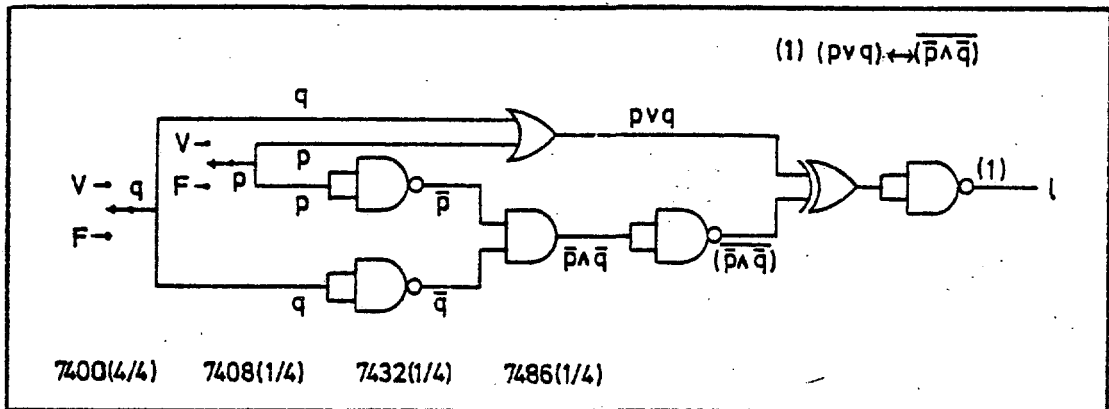
14.-Distributiva.-En la primera regla de inferencia se utilizan tres puertas lógicas AND, dos puertas lógicas OR, una puerta lógica EXOR y una puerta lógica NAND actuando como inversor. En la segunda regla de inferencia se utilizan dos puertas lógicas AND, tres puertas lógicas OR, una puerta EXOR y una NAND como inversor.



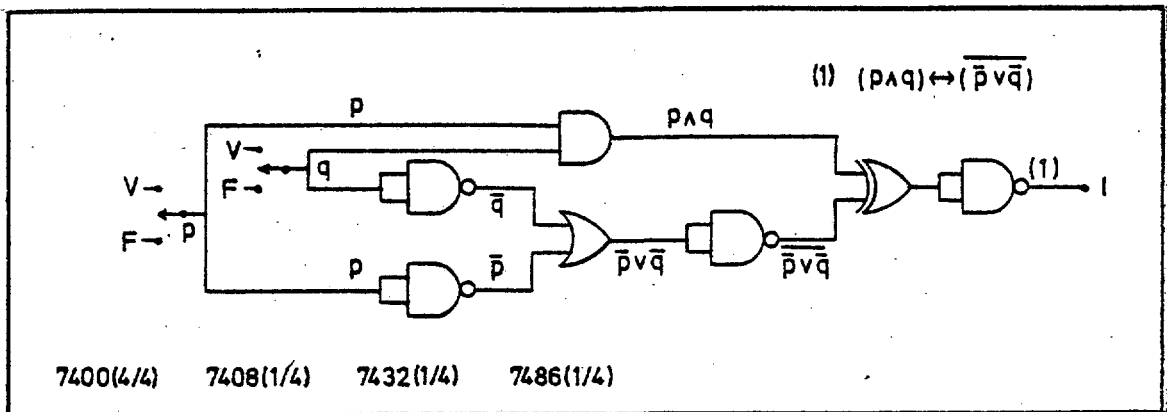
15.-De Morgan.-Se utilizan una puerta lógica OR, una EXOR y cuatro



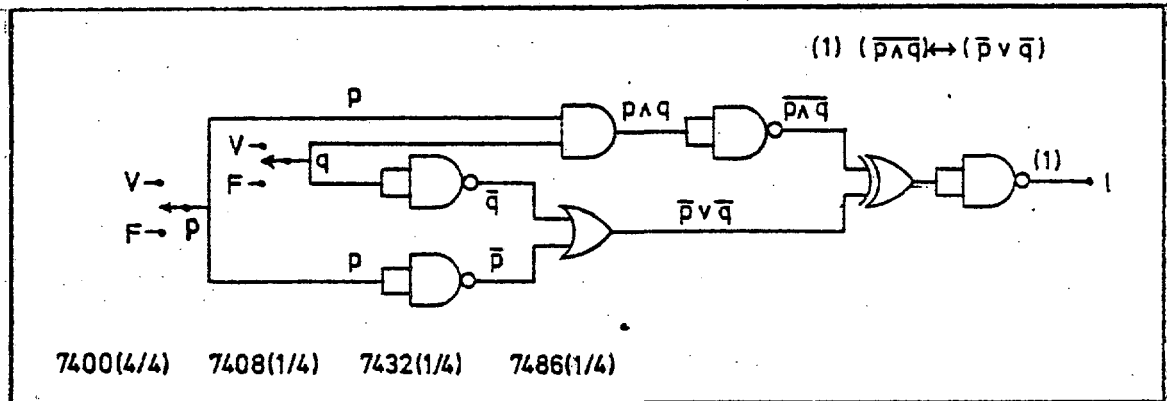
NAND actuando como inversoras.



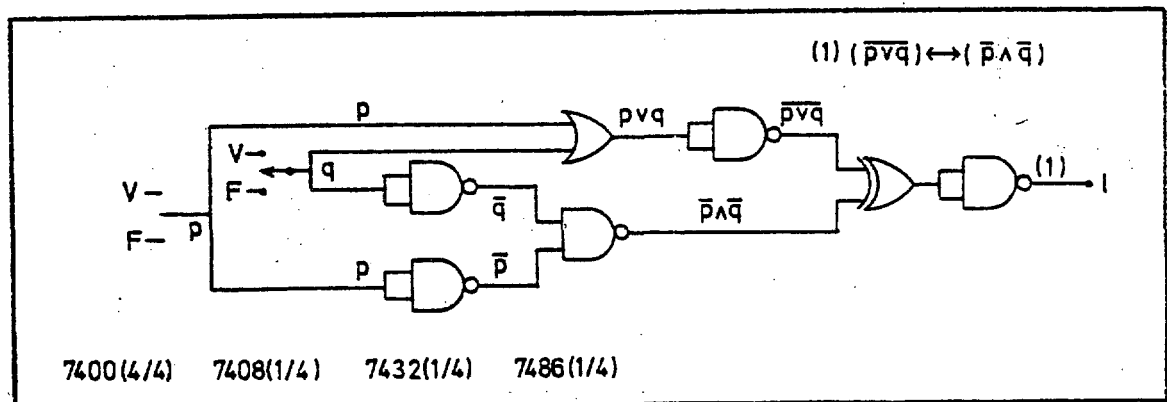
Se utilizan una puerta lógica OR, una EXOR, una AND y cuatro NAND actuando como inversoras.



Se utilizan una puerta lógica OR, una EXOR, una AND y cuatro NAND actuando como inversoras.



Se utilizan una puerta lógica OR, una EXOR, una AND y cuatro NAND actuando como inversoras.



APENDICE 3

**INTRODUCCION**

Los conocimientos culturales de la civilización occidental a la que pertenece nuestra Nación son extremadamente grandes, y no se puede delimitar de forma totalmente clara qué conocimientos pertenecen a una disciplina u otra. En los estudios de enseñanza de los países del área sociocultural en la que estamos involucrados, se divide el conjunto de conocimientos en disciplinas que abarcan el estudio de fenómenos relacionados entre sí. Estas disciplinas se imparten en las enseñanzas medias en forma de asignaturas.

Sin embargo hay conocimientos verdaderamente difíciles de colocar en una u otra asignatura. Esta dificultad estriba principalmente en que dichos conocimientos son la base para el estudio de varias disciplinas. Uno de estos ejemplos puede ser la Lógica Proposicional. Dichos conocimientos se impartieron en programas anteriores de enseñanzas medias en la asignatura de Matemáticas. Hoy en día se explican en la asignatura de Filosofía. Son necesarios conocerlos para la asignatura de Electrónica y tienen relación con el álgebra de Boole y la teoría de conjuntos.

Observando profesores de Física y Química y de Filosofía la necesidad que se tiene en varias disciplinas de estos conocimientos y un cierto rechazo que presentais vosotros al estudio de ellos, empezamos a trabajar en una nueva forma de enseñanza de los mismos.

Para ello necesitamos trabajar en equipo con el fin de obtener un sistema de aprendizaje de forma más amena. Diseñamos un aparato electrónico que sirviera para este fin, siendo su manejo tan sencillo que no fuera necesario ningún conocimiento de electrónica por vuestra parte.

Como necesitábamos un material especial, no disponible en el Instituto, acudimos al C.N.I.D.E. del MEC, costeando este organismo el importe de los 20 aparatos que vais a manejar.

Dado que el aparato es inédito se compró los componentes

necesarios; lo montaron y ajustaron personal especializado dirigido por los autores del mismo y costado por el C.N.I.D.E.

Como podrás observar ha sido necesario aunar esfuerzos de muchas personas (profesores, MEC, alumnos) trabajando en equipo para conseguir un sistema más ameno de enseñanza. El éxito o el fracaso de estos esfuerzos depende en gran medida del interés que te tomes en realizar estas experiencias.

Por último te pediremos que pienses un poco sobre la relación que tienen las diferentes asignaturas. En este caso concreto la Física es una ciencia auxiliar de la Filosofía, y estos conocimientos de Filosofía son necesarios en Física, Matemáticas, etc.

MATERIAL DE TRABAJO

## DEFINICION DE CONECTORES.TABLAS DE VERDAD.

Recordaremos que los conectores son unos operadores que nos relacionan dos a más variables proposicionales. En este apartado vamos a estudiar los conectores más comunes.

1.1.-Negador.-Es un conector que nos relaciona una variable proposicional con la negación de la misma. Se representa con un guión colocado encima de la variable proposicional, o delante de dicha variable. Ejemplo:  $p$ =graniza ;  $\bar{p}$ =- $p$ =no graniza.

Una tabla de verdad es una representación esquemática de los valores verdadero o falso de las variables proposicionales por separado y del resultado, verdadero o falso, que se produce al unir ambas mediante un conector.

Para construir la tabla de verdad del negador se realiza de la siguiente forma:

- a) sea una variable proposicional " $p$ ", su negación será " $\bar{p}$ ". Se escribe " $p$ " y " $\bar{p}$ " en una misma línea separando ambos símbolos por una raya vertical

$p$	$\bar{p}$
-----	-----------

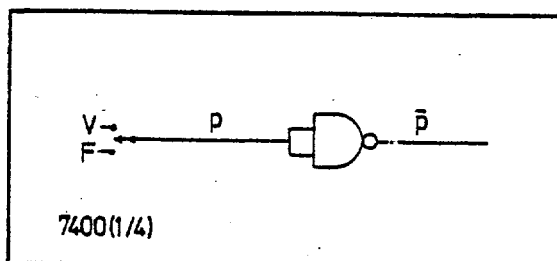
- b) subrayese ambos símbolos del siguiente modo

$p$	$\bar{p}$
-----	-----------

- c) bajo el símbolo " $p$ " se colocan sus posibles valores de verdad

$p$	$\bar{p}$
1	
0	

- d) en electrónica digital se denomina al negador INVERSOR, puesto que invierte los niveles de entrada; nosotros utilizaremos como elemento electrónico una puerta lógica NAND unidas entre sí ambas entradas como indica la figura



para calcular los valores de verdad del negador seguiremos el esquema de la PRACTICA N°1 (hacerla).

e) a la vista de los resultados, podemos definir el negador como aquel conector que "convierte a un enunciado falso en verdadero y a un enunciado verdadero en falso".

1.2.-Conjuntor.- Es un conector que nos relaciona un par de variables proposicionales. Se representa mediante " $\wedge$ ", se lee "y". Ejemplo:  $p$ =el chofer conduce,  $q$ =el señor duerme ; el chofer conduce y el señor duerme =  $p \wedge q$ .

Para construir la tabla de verdad del conjuntor se realiza de la siguiente forma:

a) se escribe en la misma línea  $p$ ,  $q$ , y  $p \wedge q$ ; separándolos entre sí por medio de líneas verticales:

$p$	$q$	$p \wedge q$
-----	-----	--------------

b) traza una línea horizontal que sirva para separar  $p$ ,  $q$  y  $p \wedge q$  de sus valores de verdad:

$p$	$q$	$p \wedge q$

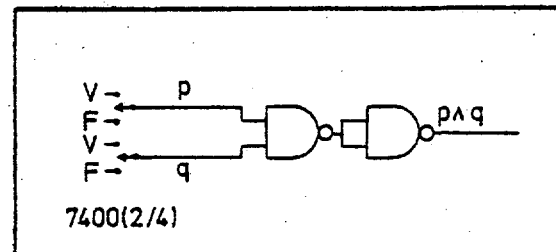
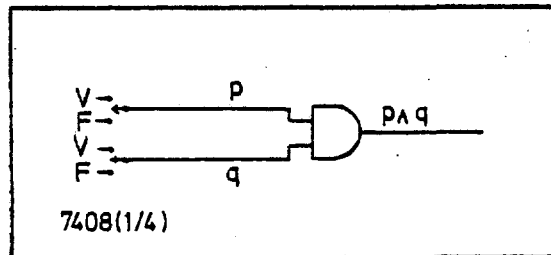
c) debajo de  $p$  y  $q$  se colocan los posibles valores de verdad. Como se trata en este caso de dos variables proposicionales ca



da una de las cuales puede tener dos valores de verdad (1,0) las combinaciones posibles son las cuatro siguientes:

p	q	$p \wedge q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

d) en electrónica digital se puede obtener la función conjuntor mediante una puerta AND o mediante dos puertas NAND, una conectada de forma normal y otra constituyendo un inversor, los esquemas de estas conexiones son:



para obtener los valores de verdad del conector correspondiente seguiremos el esquema de la PRACTICA N°2 (realizarla)

e) a la vista de los resultados obtenidos, podemos definir el conjuntor como aquel conector que "da lugar a una proposición molecular ( $p \wedge q$ ) que es verdadera solamente en el caso de que las proposiciones que la integran sean ambas verdaderas y es falsa en los otros tres casos".

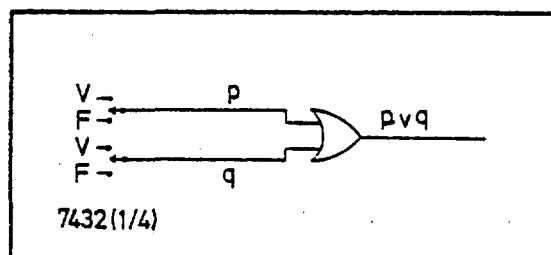
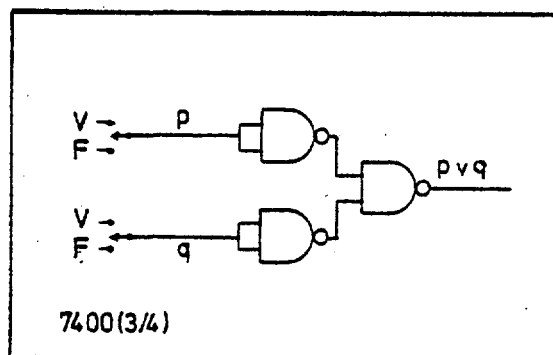
1.3.-Disyuntor inclusivo. -Es un conector que nos relaciona un par de variables proposicionales, proposiciones atómicas, dando lugar a

una proposición molecular. Se representa por " $\vee$ " y se lee "o". Ejemplo:  $p$ =fernando liga,  $q$ =Juan fuma;  $p \vee q$ =fernando liga o Juan fuma.

Siguiendo los apartados a), b) y c) del punto anterior obtendremos:

$p$	$q$	$p \vee q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

d) en electrónica digital se puede obtener el disyuntor inclusivo mediante una puerta lógica OR o bien mediante tres puertas NAND de la forma:



para calcular los valores de verdad del disyuntor inclusivo seguiremos el esquema de la PRACTICA N°3, realizarla.

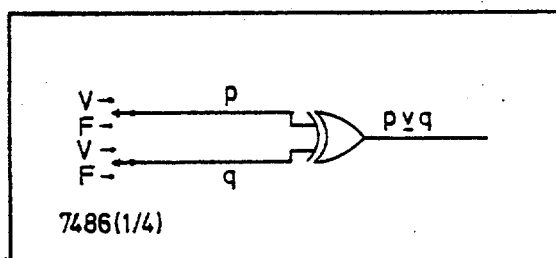
e) a la vista de los resultados obtenidos podemos definir el disyuntor inclusivo como aquel conector que "da lugar a una proposición molecular que es verdadera cuando uno de los enunciados que lo forman o ambos son verdaderos".

1.4.-Disyuntor exclusivo.-Es un conector que nos relaciona un par de variables,dando lugar a una proposición molecular.Se representa por  $\vee$  y se lee "o".Ejemplo: $p$ =Pepet es hombre, $q$ =Pepet es mujer;  
 $p \vee q$ =Pepet es hombre o Pepet es mujer.Observarás que en el disyuntor exclusivo no se puede dar el caso en que se cumplan ambas proposiciones atómicas a la vez como verdaderas o a la vez como falsas.Esta es la diferencia que tiene este conector con el disyuntor inclusivo.

Siguiendo el mismo sistema que en los casos anteriores, apartados a),b) y c);obtenemos:

p	q	$p \vee q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

d)en electrónica digital se puede obtener el disyuntor exclusivo mediante una puerta EXOR:



para calcular los valores de verdad seguiremos el esquema de la PRACTICA N°4,realizarla.

e)a la vista de los resultados obtenidos podemos definir el disyuntor exclusivo como aquel conector que "da lugar a una proposición molecular que es verdadera solamente cuando uno de los dos enunciados que lo forman es verdadero".

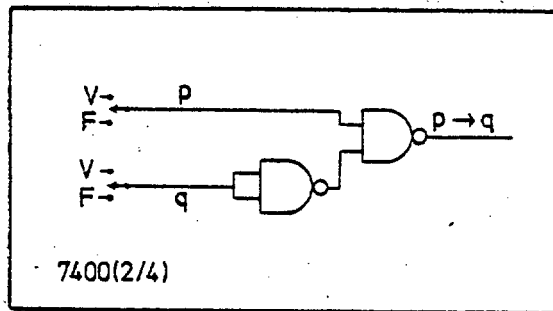
1.5.-Condicional.-Es un conector que nos relaciona dos proposiciones atómicas,variables proposicionales,dando lugar a una proposición molecular.Se representa por  $\rightarrow$  ,y se lee "si...entonces".Ejemplo: $p$ =llueve en otoño, $q$ =habrá buena siembra; $p \rightarrow q$ =si llueve en oto

no entonces habrá buena siembra.

Siguiendo los apartados a), b) y c) del punto 1.2 ,obten<sub>dr</sub>emos:

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	
1	0	
0	1	
1	1	

d) en electrónica digital se puede obtener el condicional median<sub>te</sub> dos puertas lógicas NAND de la forma:



para calcular los valores de verdad del condicional seguire<sub>mos</sub> el esquema de la PRACTICA N<sup>o</sup>5 del final del cuadernillo, realizarla.

e) en las proposiciones moleculares producidas mediante un condi<sub>cional</sub> el símbolo que antecede al conector se le denomina an<sub>tecedente</sub>, en este caso p, y el símbolo que va colocado detrás del conector se le denomina consecuente. Entre el antecedente y el consecuente tiene que existir una relación real.

f) a la vista de los resultados obtenidos, podemos definir el con<sub>dicional</sub> como aquel conector que "da lugar a una proposición molecular verdadera siempre que no se dé el caso de que el an<sub>tecedente</sub> es verdadero y el consecuente es falso".

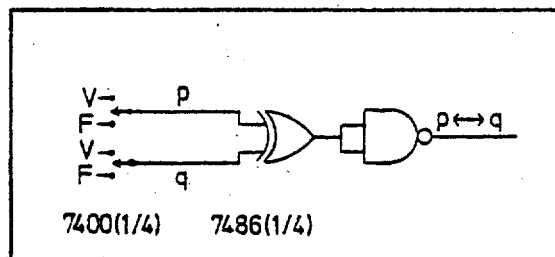
1.6.-Bicondicional.- Es un conector que nos relaciona dos proposi<sub>ciones</sub> atómicas, variables proposicionales, dando lugar a una propo<sub>sición</sub> molecular. Se representa por  $\leftrightarrow$ , y se lee "si y solo si".

Ejemplo:  $p$ =el transistor funciona,  $q$ =tiene pilas;  $p \leftrightarrow q$ =el transistor funciona sí y solo sí tiene pilas.

Siguiendo los apartados a), b) y c) del punto 1.2., obten<sub>dr</sub>emos:

$p$	$q$	$p \leftrightarrow q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

d) en electrónica digital se puede obtener el bicondicional me<sub>diante</sub> dos puertas lógicas una EXOR y otra NAND de la forma:



para calcular los valores de verdad del bicondicional seguire<sub>mos</sub> el esquema de la PRACTICA N°6, realizarla

e) a la vista de los resultados obtenidos, podemos definir el bicondicional como aquel conector que "da lugar a una proposición molecular que es verdadera cuando sus dos componentes tienen el mismo valor de verdad y falsa cuando uno de los componentes es verdadero y el otro es falso".

f) debemos tener en cuenta que el bicondicional es lo mismo que la conjunción  $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$ .

## UTILIZACION DE LOS SIMBOLOS AUXILIARES.

Los símbolos auxiliares son: el corchete, [ ], y el paréntesis, ( ). Son dos símbolos que conocerás su manejo por otras asignaturas. La función que desempeñan estos símbolos es indicar la forma en que están agrupados los componentes de una proposición molecular y cuál es el conector dominante en la misma. Mediante los paréntesis y corchetes obtenemos proposiciones moleculares complejas que se llaman fórmulas".

Existen unas normas de carácter general para poder determinar cuál es el conector dominante. Estas reglas, son las siguientes:

- a) el negador - ó  $\bar{\quad}$ , puede dominar a todos los demás conectores.
- b) el bicondicional,  $\leftrightarrow$ , es dominante en cualquier fórmula
- c) el condicional,  $\rightarrow$ , domina al conjuntor,  $\wedge$ , y domina al disyuntor  $\vee$ .
- d) el conjuntor y el disyuntor tienen la misma fuerza

Ejemplos:

1.  $(p \wedge q) \rightarrow p$ , se podría escribir  $p \wedge q \rightarrow p$ , según las reglas anteriores.
2.  $(p \rightarrow q) \wedge p$ , no se puede eliminar el paréntesis pues con él se está significando que el conector dominante es  $\wedge$ .

## TABLAS DE VERDAD DE CUALQUIER FORMULA DADA.

Una fórmula es una proposición molecular que se obtiene de unir proposiciones atómicas mediante varios conectores. La utilización de estas tablas nos permite obtener los correspondientes valores de verdad de cualquier fórmula.

Para poderlo entender de forma clara pondremos un ejemplo  $(p \rightarrow q) \wedge p$ .


- a) escribamos su tabla de forma similar a las anteriores. Para esto ponemos los posibles valores de las proposiciones atómicas según:

p	q	$(p \rightarrow q) \wedge q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

mediante la PRACTICA N°7 obtendremos sus valores. Realizarla.

b) Otra forma de obtener dichos valores es mediante las tablas de verdad de las proposiciones moleculares o atómicas que están enlazadas mediante el conector que actúa como dominante, en este caso el conector que actúa como dominante es  $\rightarrow$ . Por tanto observaremos la tabla de verdad de la proposición  $p \rightarrow q$  que se ha obtenido en el apartado 1.5.d), PRACTICA N°5. Transcribimos el resultado a la tabla siguientes:

p	q	$p \rightarrow q$	$(p \rightarrow q) \wedge p$
1	1	1	
1	0	0	
0	1	1	
0	0	1	



para obtener los valores de verdad de la fórmula completa aplicaremos la tabla de verdad del conjuntor a cada par de valores de  $p$  y de  $p \rightarrow q$  que estén en la misma fila como indica la flecha de la tabla anterior. Operando de esta forma obtendremos:

p	q	$p \rightarrow q$	$(p \rightarrow q) \wedge p$	$\wedge$
1	1	1	1	11=1
1	0	0	0	10=0
0	1	1	0	01=0
0	0	1	0	

### 2.1.-Tautología.-

Se denomina tautología a una fórmula cuyos valores de la tabla de verdad cumplen una condición específica. Una Tautología es la fórmula:  $(p \vee q) \rightarrow (q \vee p)$ .

Para obtener la tabla de verdad seguiremos el guión de

la PRACTICA N°8, realizarla.

Observarás que una tautología es una fórmula que "es verdadera cualesquiera que sean los valores de verdad de las dos proposiciones atómicas o moleculares que la forman".

### 2.2.-Contradicción.-

Se denomina contradicción a una fórmula cuyos valores de verdad cumplen una condición específica.

Para obtener la tabla de verdad seguiremos el guión de la PRACTICA N°9, realizarla.

Observarás que una contradicción es una fórmula que "es falsa cualesquiera que sean los valores de verdad de las proposiciones atómicas o moleculares que la forman".

### 2.3.-Indeterminación.-

Se denomina indeterminación a una fórmula que puede ser verdadera o falsa según sean los valores de verdad que correspondan a las proposiciones que la integran. La PRACTICA N°7, ya realizada, es un caso de indeterminación.



## VALIDEZ DE UN RAZONAMIENTO.

Un razonamiento consta de unas proposiciones atómicas o moleculares, que se denominan premisas, de las cuales se obtiene como consecuencia otra proposición que se denomina conclusión.

Sea el razonamiento cuyas premisas son: (1)  $p \rightarrow q$ ; (2)  $p$ ; y su conclusión  $q$ , que se escribe  $\vdash q$ . O sea:

$$(1) p \rightarrow q$$

$$(2) p$$

$$\vdash q$$

$p$ =llueve,  $q$ =me mojo

$$(1) \text{ si llueve me mojo}$$

$$(2) \text{ llueve}$$

$$\vdash \text{ me mojo}$$

3.1.-Conversión de un razonamiento en una fórmula condicional.-Todo razonamiento lo podemos expresar mediante una fórmula condicional de forma que el antecedente de dicho condicional sea la conjunción de las premisas y el consecuente sea la conclusión del razonamiento. Su transformación en una fórmula condicional será:

$$[(1) \wedge (2)] \rightarrow \vdash$$

$$[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$$

por tanto el razonamiento anterior tiene como expresión equivalente esta fórmula condicional.

3.2.-Tabla de verdad de la fórmula de un razonamiento.-Una de las formas de saber si un razonamiento es válido es obteniendo la tabla de verdad de la fórmula condicional equivalente. Si esta fórmula es una tautología el razonamiento es válido, si no es una tautología el razonamiento es no válido.

Para el ejemplo utilizade tendremos en cuenta que un condicional son dos puertas NAND (2/4 C.I.-7400) y el conjuntor es una puerta AND (1/4 C.I.-7408). Para obtener la tabla de verdad de  $[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$ , seguiremos los siguientes pasos:

a) busca el esquema de  $p \rightarrow q$ , escribe esas puertas lógicas.

b) busca el esquema de  $\wedge$  y añadeselo, teniendo en cuenta que una

entrada será  $p \rightarrow q$  y otra  $p$ , la salida será  $(p \rightarrow q) \wedge p$ .

c) a la salida de b) añade el esquema de  $\rightarrow$  teniendo en cuenta que una entrada es  $(p \rightarrow q) \wedge p$  y la otra  $q$ , ahora tienes el esquema de  $[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$  siendo su salida la fórmula condicional equivalente de ese razonamiento.

d) hazte un gui3n de conexiones del aparato para obtener la tabla de verdad de esa fórmula.

e) si no has conseguido el gui3n de conexiones, pide al profesor un gui3n de esta PRACTICA N310.

Comprobarás que esta fórmula es una tautología, por tanto es un razonamiento válido.

3.3.-Regla de inferencia. Esquema de inferencia. Ley.- Esta fórmula que es una tautología, es una regla de inferencia pues nos indica como se puede operar para pasar de unas proposiciones a otras en una deducción de manera siempre válida. Las reglas de inferencia se pueden expresar mediante un esquema de inferencia, para nuestro caso sería el correspondiente esquema de inferencia:

$$1. p \rightarrow q$$

$$\underline{2. p}$$

$$\vdash q$$

Otra forma de expresar la regla de inferencia es mediante el condicional de la conjunción de las premisas y la conclusión:

$$[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$$

que es una tautología, y al ser expresada de esta forma la regla de inferencia se denomina por definición Ley. Para el caso que nos ocupa tendremos:

esquema: 1.  $p \rightarrow q$

$$\underline{2. p}$$

$$\vdash q$$

regla: "teniendo como premisas una fórmula condicional y su antecedente, podemos inferir como conclusión el consecuente del condicional"

ley:  $[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$





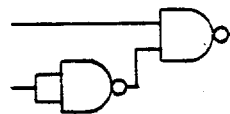
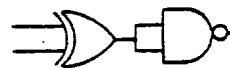
## REGLAS DE TRANSFORMACION DE FORMULAS.

Mediante las reglas de transformación podemos saber cuando un razonamiento es válido o no válido. Antes de estudiar las reglas de inferencia aprenderemos la relación entre puertas lógicas y fórmulas lógicas.

### 4.1.-Equivalencia entre conectores y puertas lógicas. Logigramas.-

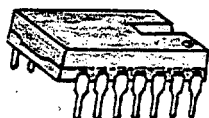
Cada conector se puede identificar con una o dos puertas lógicas. Hasta ahora hemos utilizado solamente puertas NAND y EXOR. Las primeras son universales, con el número adecuado de ellas se pueden obtener las demás puertas; y la segunda, por ser muy complicada su obtención con NAND.

Las equivalencias entre conectores y puertas es:

CONECTOR	SIMBOLO	PUERTA LOGICA	C.I.
Negador	-		7400(1/4)
Conjuntor	∧		7408(1/4)
Disyuntor inclusivo	∨		7432(1/4)
Disyuntor exclusivo	⊕		7486(1/4)
Condicional	→		7400(2/4)
Bicondicional	↔		7400(1/4) 7486(1/4)

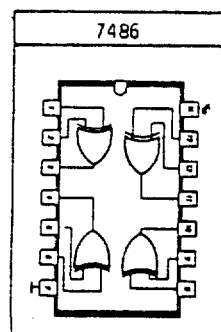
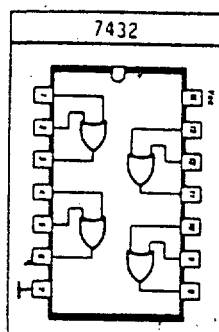
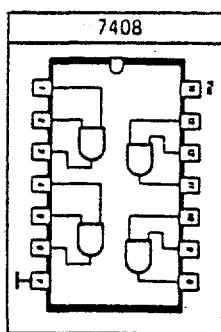
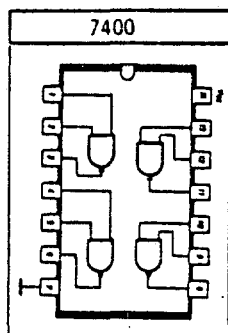
Para cualquier fórmula dada, aplicando las equivalencias podemos realizar su diagrama de puertas lógicas o logigrama de forma sencilla, como lo hemos realizado en el apartado 3.2.

Las puertas lógicas se encuentran en los circuitos integrados (C.I.) que tienen 14, 16, ó más patillas (pin). Nosotros utilizamos C.I. de 14 patillas.



Como son microcircuitos electrónicos necesitan conectarse a la electricidad de la pila, realizándose mediante las patillas 7 y 14. En cada C.I. hay cuatro puertas lógicas, teniendo cada puerta lógica dos entradas y una salida.

Los C.I. integrados se identifican con un número y con un esquema de las conexiones de cada pin. Nosotros sólo utilizamos cuatro C.I. siendo sus esquemas:



Mediante el logigrama correspondiente y los esquemas de los C.I. podemos realizar el guión de PRACTICA para la fórmula lógica que deseemos.

4.2.-Reglas de transformación de fórmulas.- Hay quince reglas de inferencia. Nosotros las expresaremos como leyes. Todas estas leyes son tautologías y mediante la construcción del esquema equivalente con puertas lógicas podemos obtener un guión de PRACTICA para comprobar que son tautologías.

Vamos a enumerarlas. Comprueba que son tautologías realizando tu mismo el esquema de puertas lógicas y el guión de PRACTICA.

Las reglas de inferencia en forma de leyes son:

1.-Doble negación (DN.)

a)  $p \leftrightarrow (\overline{\overline{p}})$

b)  $(\overline{\overline{p}}) \leftrightarrow p$

2.-Simplificación (S.)

a)  $(p \wedge q) \rightarrow p$

b)  $(p \wedge q) \rightarrow q$

3.-Conjunción (Con.)

$$p \wedge q \rightarrow (p \wedge q)$$

4.-Idempotencia (Id.)

a)  $(p \wedge p) \leftrightarrow p$

b)  $(p \vee p) \leftrightarrow p$

5.-Silogismo disyuntivo (SD.)

a)  $[(p \vee q) \wedge \overline{p}] \rightarrow q$

b)  $[(p \vee q) \wedge \overline{q}] \rightarrow p$

6.-Adición (Ad.)

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

7.-Modus ponens (MP.)

$$[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$$

8.-Modus tollens (MT.)

$$[(p \rightarrow q) \wedge \overline{q}] \rightarrow \overline{p}$$

9.-Transitividad (Tr.)

$$[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow (p \rightarrow r)$$

10.-Bicondicionalidad (Bi.)

a)  $(p \leftrightarrow q) \leftrightarrow (p \rightarrow q)$

b)  $(p \leftrightarrow q) \leftrightarrow (q \rightarrow p)$

c)  $(p \leftrightarrow q) \leftrightarrow [(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)]$

11.-Dilema (Dil.)

$$[(p \vee q) \wedge (p \rightarrow r) \wedge (q \rightarrow s)] \rightarrow (r \vee s)$$

12.-Conmutativa (Co.)

a)  $(p \wedge q) \leftrightarrow (q \wedge p)$

$$b) (p \vee q) \leftrightarrow (q \vee p)$$

13.-Asociativa (As.)

$$a) [p \wedge (q \wedge r)] \leftrightarrow [(p \wedge q) \wedge r]$$

$$b) [p \vee (q \vee r)] \leftrightarrow [(p \vee q) \vee r]$$

14.-Distributiva (Dis.)

$$a) [p \wedge (q \vee r)] \leftrightarrow [(p \wedge q) \vee (p \wedge r)]$$

$$b) [p \vee (q \wedge r)] \leftrightarrow [(p \vee q) \wedge (p \vee r)]$$

15.-De Morgan (D.M.)

$$a) (p \vee q) \leftrightarrow (\overline{\overline{p \wedge q}})$$

$$b) (p \wedge q) \leftrightarrow (\overline{\overline{p \vee q}})$$

$$c) (\overline{p \wedge q}) \leftrightarrow (\overline{\overline{p \vee q}})$$

$$d) (\overline{p \vee q}) \leftrightarrow (\overline{\overline{p \wedge q}})$$

Observarás que junto al nombre expresamos su abreviatura.

## UTILIZACION DE LAS REGLAS DE INFERENCIA PARA COMPROBAR LA VALIDEZ DE UN RAZONAMIENTO.DEDUCCION.

Hemos visto un método por el cual comprobamos si un razonamiento es válido mediante su paso a una fórmula condicional y verificando si tal fórmula es una tautología y por tanto el razonamiento es válido. Otra forma sería calcular las tablas de verdad de cada premisa y de la conclusión, si a cada conjunto de valores todos ellos verdaderos para todas las premisas corresponde siempre un valor verdadero para la conclusión el razonamiento es válido, si correspondiera a la conclusión un valor falso el razonamiento sería inválido. Ambos métodos se pueden realizar utilizando el aparato en pocos minutos, de forma clásica se necesitarían varios minutos. En ciertos casos son un poco tediosos su realización de forma clásica para más de tres variables proposicionales. Además son métodos repetitivos y con escaso valor formativo intelectual. Por ello se suele utilizar las reglas de transformación mediante una deducción.

Una deducción consiste en pasar de las premisas a la conclusión utilizando las reglas de transformación mediante conclusiones parciales o premisas intermedias. Esto es posible dado que las reglas de transformación nos permiten transformar unas fórmulas en otras. Para entenderlo mejor realizaremos un ejemplo.

Sean las premisas 1)  $\neg(p \vee t)$ , 2)  $s \vee t$ ; y la conclusión es  $\neg p \wedge s$ . Colocaremos las premisas en el orden:

$$1) \neg(p \vee t)$$

$$2) s \vee t$$

observar que en las premisas tenemos disyunciones inclusivas y en la conclusión una conjunción. Aplicaremos aquellas reglas que nos permitan ese paso, que son las de De Morgan:

$$a) (p \vee q) \longleftrightarrow (\bar{p} \wedge \bar{q})$$

$$d) (\bar{p} \vee \bar{q}) \longleftrightarrow (\overline{p \wedge q})$$

como tenemos la primera premisa negada aplicaremos la d) a dicha

premisa:

$$\overline{(p \vee t)} \longleftrightarrow \bar{p} \wedge \bar{t}$$

podemos sustituir  $\overline{(p \vee t)}$  por  $\bar{p} \wedge \bar{t}$ , por tanto la expresaremos como una premisa intermedia, quedando:

1.  $\overline{(p \vee t)}$
2.  $s \vee t$
3.  $\bar{p} \wedge \bar{t}$  D.M. a 1.

con la premisa 3. y las reglas de simplificación podemos poner:

- a)  $(p \wedge q) \longrightarrow p$   
 $(\bar{p} \wedge \bar{q}) \longrightarrow \bar{p}$
- b)  $(p \wedge q) \longrightarrow q$   
 $(\bar{p} \wedge \bar{q}) \longrightarrow \bar{q}$

1.  $\overline{(p \vee t)}$
2.  $s \vee t$
3.  $\bar{p} \wedge \bar{t}$  D.M. a 1.
4.  $\bar{p}$  S. a 3.
5.  $\bar{t}$  S. a 5.

hemos obtenido con la 4. una parte de la conclusión. Observando la premisa 2. nos resultan infructuosas las leyes de De Morgan, pero no así el Silogismo Disyuntivo aplicandolo a las premisas 2. y 5. obteniendo:

$$\frac{(s \vee t) \quad \bar{t}}{\vdash s}$$

1.  $\overline{(p \vee t)}$
2.  $s \vee t$
3.  $\bar{p} \wedge \bar{t}$  D.M. a 1.
4.  $\bar{p}$  S. a 3.
5.  $\bar{t}$  S. a 5.
6.  $s$  SD. a 2. y 5.

fijandonos en la 4. y en la 6. podemos obtener mediante la regla de la conjunción

$$\frac{\bar{p} \quad s}{\vdash \bar{p} \wedge s}$$

1.  $\overline{(p \vee t)}$
2.  $s \vee t$
3.  $\bar{p} \wedge \bar{t}$  D.M. a 1.
4.  $\bar{p}$  S. a 3.
5.  $\bar{t}$  S. a 5.
6.  $s$  SD. a 2. y 5.
7.  $\bar{p} \wedge s$  Con. a 4. y 6.

obteniendo la conclusión partiendo de las premisas, utilizando las reglas de inferencia y premisas intermedias. Por tanto el razona



miento es válido.

Las deducciones se pueden realizar partiendo de un lenguaje natural. Sea el caso del razonamiento:

1. Hoy es domingo y estamos alegres.
2. Si hoy es domingo entonces iremos a bailar.
3. Si estamos alegres entonces lo pasaremos muy bien.

├ Luego iremos a bailar y lo pasaremos muy bien.

primeramente tendremos que formalizar el razonamiento, para ello sustituiremos cada oración simple en lenguaje natural por una variable proposicional:

- p = hoy es domingo  
q = estamos alegres  
r = iremos a bailar  
s = lo pasaremos muy bien

en lenguaje formal el razonamiento sería:

1.  $p \wedge q$
  2.  $p \rightarrow r$
  3.  $q \rightarrow s$
- 
- ├  $r \wedge s$

aplicando la regla de simplificación a 1., obtenemos:

- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| a) $(p \wedge q) \rightarrow p$ | 1. $p \wedge q$      |
| b) $(p \wedge q) \rightarrow q$ | 2. $p \rightarrow r$ |
|                                 | 3. $q \rightarrow s$ |
|                                 | 4. p                 |
|                                 | 5. q                 |

mediante el Modus Ponens aplicadas a las premisas 2.-4. y 3.-5. obtendremos:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 2. $p \rightarrow r$ | 1. $p \wedge q$      |
| 4. p                 | 2. $p \rightarrow r$ |
| ├ r                  | 3. $q \rightarrow s$ |
|                      | 4. p                 |
| 3. $p \rightarrow s$ | 5. q                 |
| 5. q                 | 6. r                 |
| ├ s                  | 7. s                 |

aplicando la conjunción a 6.-7. obtendremos:

$$\begin{array}{l} 6. r \\ 7. s \\ \hline \vdash r \wedge s \end{array}$$
$$\begin{array}{l} 1. p \wedge q \\ 2. p \rightarrow r \\ 3. p \rightarrow t \\ 4. p \\ 5. q \\ 6. r \\ 7. s \\ \hline \vdash r \wedge s \end{array}$$

por tanto el razonamiento es válido.

GUIONES DE PRACTICAS

El aparato que tienes delante es un circuito electrónico. Aunque tus conocimientos de electrónica sean nulos, podrás realizar perfectamente estas prácticas. Para ello sólo tienes que seguir ordenadamente el guión de ellas.

Este aparato tiene unas pastillas negras en su zona central que son unos "circuitos integrados" que se rigen en su funcionamiento por la lógica. Con ellos aprenderás de forma más sencilla y práctica la lógica proposicional.

Observa bien el aparato. Verás que tienen unas bombillitas verdes y rojas. A estas bombillas en electrónica se las llama "led". En la parte inferior se encuentran una verde y otra roja. Cuando conectas un extremo de un cable en una de las patillas situadas encima del "led" verde, significa que introduces en un circuito integrado un valor verdadero (V), si lo conectas en las patillas situadas encima de la luz roja introduces un valor falso (F) en el circuito integrado. El otro extremo del cable lo conectarás en la posición que se indique en el guión de la práctica. Mediante unas conexiones u otras conseguimos los diferentes conectores.

Cada circuito integrado tiene 21 ó 24 patillas en grupos de seis patillas que tienen un número y tres letras:

1a 1b 1s

2s 2b 2a

el nº significa qué puerta lógica es ("1" puerta lógica 1), las letras son "s" (salida), "a" y "b" (entradas). En los guiones de prácticas se denominan de la forma 1s (puerta 1, salida), 3b (puerta 3, entrada b), etc.

También observarás que hay una patilla en la parte superior derecha con la letra "1". Esta patilla es la que hace encenderse, al ser conectado un cable, los led rojo o verde de la par

te superior. Si se enciende el rojo significa falso y si se enciende el verde significa verdadero. Existe otra serie de componentes auxiliares electrónicos que no vamos a explicarlos.

Podrás observar que en la parte inferior hay dos cables sueltos que son los de conexión a la pila de 4,5 V. Se tienen que conectar el que sale del + al + de la pila y el que sale de - al - de la pila.

A continuación obtendremos la tabla de verdad del negador. Para ello seguiremos el siguiente sistema:

Montaje:

1. unir mediante un cable 3s con 1
2. unir mediante un cable 3a con 3b
3. conectar el cable p en 3a

Obtención de la tabla de verdad:

1. conectar la pila
2. unir mediante el cable p, 3a con V
3. anotar en el casillero el resultado obtenido
4. cambiar de V a F el cable p
5. anotar en el casillero el resultado obtenido
6. desconectar la pila

p	$\bar{p}$
1	
0	

7. comprueba, con el solucionario que hay al final, el resultado de la práctica. Si no coincide repite el ejercicio
8. si coincide el resultado vuelve al apartado 1.1.e) de la página correspondiente

Para obtener la tabla de verdad del conjuntor seguiremos el siguiente sistema:

Montaje:

- 1.unir 3s con 2b
- 2.unir 2b con 2a
- 3.unir 2s con 1
- 4.conectar el cable p en 3a
- 5.conectar el cable q en 3b

Obtención de la tabla de verdad:

- 1.unir, mediante el cable p, 3a con V
- 2.unir, mediante el cable q, 3b con V
- 3.conectar la pila
- 4.anotar en el casillero el valor obtenido
- 5.cambiar de V a F solamente el cable p (q sigue en V)
- 6.anotar el resultado en el casillero
- 7.cambiar de F a V el cable p, y de V a F el cable q
- 8.anotar el resultado en el casillero
- 9.poner ambos cables, el p y el q, en F
- 10.anotar en el casillero el resultado
- 11.desconectar la pila

p	q	$p \wedge q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 12.comprobar el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas; si no coincide, repetir el ejercicio.
- 13.si coincide el resultado vuelve al apartado 1.2.e) de la página correspondiente.

Para obtener la tabla de verdad del disyuntor inclusivo seguiremos el siguiente sistema:

Montaje:

- 1.unir 2s con 1a
- 2.unir 3s con 1b
- 3.unir 2a con 2b
- 4.unir 3a con 3b
- 5.unir 1s con 1
- 6.conectar el cable p en 2a
- 7.conectar el cable q en 3a

Obtención de la tabla de verdad:

- 1.unir, mediante el cable p, 2a con V
- 2.unir, mediante el cable q, 3a con V
- 3.conectar la pila
- 4.anotar en el casillero el valor obtenido
- 5.cambiar de V a F solamente el cable p (q sigue en V)
- 6.anotar en el casillero el valor obtenido
- 7.cambiar de F a V el cable p, y de V a F el cable q
- 8.anotar el resultado obtenido en el casillero
- 9.poner ambos cables, el p y el q, en F
- 10.anotar en el casillero el resultado
- 11.desconectar la pila

p	q	$p \vee q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 12.comprueba el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas; si no coincide, repite el ejercicio
- 13.si coincide el resultado vuelve al apartado 1.3.e) de la página correspondiente.

Para obtener la tabla de verdad del disyuntor exclusivo seguiremos el siguiente sistema:

Montaje:

- 1.unir 7s con 1
- 2.conectar el cable p en 7a
- 3.conectar el cable q en 7b

Obtención de la tabla de verdad:

- 1.unir, mediante el cable p, 7a con V
- 2.unir, mediante el cable q, 7b con V
- 3.conectar la pila
- 4.anotar en el casillero el valor obtenido
- 5.cambiar de V a F solamente el cable p (q sigue en V)
- 6.anotar en el casillero el resultado
- 7.cambiar de F a V el cable p, y de V a F el cable q
- 8.anotar el valor obtenido en el casillero
- 9.poner ambos cables, el p y el q, en F
- 10.anotar en el casillero el valor obtenido
- 11.desconectar la pila

p	q	$p \neq q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 12.comprueba el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas; si no coincide, repite el ejercicio.
- 13.si coincide el resultado vuelve al apartado 1.4.e) de la página correspondiente.



Para obtener la tabla de verdad del implicador realizaremos el sistema:

Montaje:

1. unir 3s con 2a
2. unir 3a con 3b
3. unir 2s con 1
4. conectar el cable p en 2b
5. conectar el cable q en 3a

Obtención de la tabla de verdad:

1. unir, mediante el cable p, 2b con V
2. unir, mediante el cable q, 3a con V
3. conectar la pila
4. anotar en el casillero el valor obtenido
5. cambiar de V a F solamente el cable
6. anotar en el casillero el valor obtenido
7. cambiar de F a V el cable p y de V a F el cable q
8. anotar en el casillero el valor obtenido
9. poner ambos cables, el p y el q, en F
10. anotar, en el casillero correspondiente, el valor obtenido.
11. desconectar la pila

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

12. comprobar el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas; si no coincide, repite el ejercicio
13. si coincide el resultado vuelve al apartado 1.5.e) de la página correspondiente

Para obtener la tabla de verdad del coimplicador realizaremos el sistema:

Montaje:

- 1.unir 3s con 1
- 2.unir 3b con 3a
- 3.unir 3b con 7s
- 4.conectar el cable p en 7a
- 5.conectar el cable q en 7b

Obtención de la tabla de verdad:

- 1.unir, mediante el cable p, 7a con V
- 2.unir, mediante el cable q, 7b con V
- 3.conectar la pila
- 4.anotar en el casillero el valor obtenido
- 5.cambiar de V a F solamente el cable p (q sigue en V)
- 6.anotar en casillero el valor obtenido
- 7.cambiar de F a V el cable p y de V a F el cable q
- 8.anotar el valor obtenido en el casillero
- 10.poner ambos cables, el p y el q, en F
- 11.desconectar la pila

p	q	$p \leftrightarrow q$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 12.comprobar el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas; si no coincide, repite el ejercicio
- 13.si coincide el resultado vuelve al apartado 1.6.e) de la página correspondiente

Para obtener la tabla de verdad de la fórmula realizaremos el sistema:

Montaje:

1. unir 4s con 1
2. unir 4a con 4b
3. unir 5s con 4b
4. unir 5b con 6s
5. unir 6b con 7s
6. unir 7b con 7a
7. conectar el cable p con 5a
8. conectar otro cable p con 7a
9. conectar el cable q con 7b

Obtención de la tabla de verdad:

1. unir, mediante el cable p, 5a con V
2. unir, mediante el otro cable p, 7a con V
3. unir, mediante el cable q, 7b con V
4. conectar la pila
5. anotar en el casillero el valor obtenido
6. cambiar de V a F solamente los dos cables p (q sigue en V)
7. anotar en el casillero el valor obtenido
8. cambiar de F a V los dos cables p, y de V a F el cable q
9. anotar en el casillero el valor obtenido
10. poner los tres cables, los dos p y el q, en F
11. anotar en el casillero el valor obtenido
12. desconectar la pila

p	q	$(p \rightarrow q) \wedge p$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

13. comprobar el resultado con el solucionario que hay al final

de las prácticas; si no coincide, repetir el ejercicio.

14. si coincide el resultado vuelve al apartado b) correspondiente de dicha página.

Para obtener la tabla de verdad de la tautología realizamos el sistema:

Montaje:

1. unir 4s con 5a
2. unir 5b con 5a
3. unir 5s con 6a
4. unir 7s con 6b
5. unir 6s con 1
6. conectar un cable p con 7a
7. conectar otro cable p con 4a
8. conectar un cable q con 7b
9. conectar otro cable q con 4b

Obtención de la tabla de verdad:

1. unir, mediante un cable p, 7a con V
2. unir, mediante otro cable p, 4a con V
3. unir, mediante un cable q, 7b con V
4. unir, mediante otro cable q, 4b con V
5. conectar la pila
6. anotar en el casillero el valor obtenido
7. cambiar de V a F solamente los dos cables p (los q siguen en V)
8. anotar en el casillero el valor obtenido
9. cambiar de F a V los dos cables p, y de V a F los dos cables q
10. anotar en el casillero el valor obtenido
11. poner los dos cables p y los dos cables q en F
12. anotar en el casillero el valor obtenido
13. desconectar la pila

p	q	$(p \vee q) \rightarrow (q \vee p)$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 14.comprobar el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas;si no coincide,repite el ejercicio
- 15.si coincide el resultado vuelve al apartado correspondiente de la página adecuada.

Para obtener la tabla de verdad de la contradicción realizaremos el sistema:

Montaje:

- 1.no desconectes los cables del ejercicio anterior
- 2.el cable conectado en 1,desconectalo de 1 y conectalo en 3a
- 3.unir 3a con 3b
- 4.unir 3s con 1

Obtención de la tabla de verdad:

- 1.unir,mediante el cable p,7a con V
- 2.unir,mediante el otro cable p,4a con V
- 3.unir,mediante el cable q,7b con V
- 4.unir,mediante el otro cable q,4b con V
- 5.conectar la pila
- 6.anotar en el casillero el valor obtenido
- 7.cambiar de V a F solamente los cables p (los q siguen en V)
- 8.anotar en el casillero el resultado obtenido
- 9.cambiar de F a V los dos cables p,y de V a F los dos cables q
- 10.anotar en el casillero el resultado obtenido
- 11.poner los dos cables p y los dos cables q en F
- 12.anotar en el casillero el resultado obtenido
- 13.desconectar la pila

p	q	$(p \wedge q) \wedge (\overline{p} \wedge \overline{q})$
1	1	
1	0	
0	1	
0	0	

- 14.comprobar el resultado con el solucionario que hay al final de las prácticas;si no coincide el resultado repite el ejercicio
- 15.si coincide el resultado vuelve al apartado correspondiente de la página adecuada.

SOLUCIONARIO



p	$\bar{p}$
1	0
0	1

p	q	$p \wedge q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

p	q	$p \vee q$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

p	q	$p \vee q$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

p	q	$p \leftrightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	1

p	q	$(p \rightarrow q) \wedge p$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

p	q	$(p \vee q) \rightarrow (q \vee p)$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

p	q	$(p \wedge q) \wedge (\bar{p} \wedge \bar{q})$
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	0

