Guia Docent: Classe 20 · Portes Lògiques i Electrònica Digital al PC

⏱️ 55 minuts (laboratori digital interactiu i taller)

1. OBJECTIUS DE LA SESSIÓ I CONTINUÏTAT PEDAGÒGICA

Hipòtesi i continuïtat: Connecta directament el Bloc A2 (Electricitat i Capacitat Digital) amb la Classe 18 (circuits en sèrie i en paral·lel). L'alumnat descobreix que dos interruptors en sèrie equivalen a la porta AND ($Y = A \cdot B$) i dos en paral·lel a la porta OR ($Y = A + B$), reforçant alhora el càlcul de fraccions, decimals i percentatges sobre les taules de veritat.

- Relacionar els nivells de tensió contínua del PC ($0\,\text{V}$ i $5\,\text{V}$ / $3{,}3\,\text{V}$) amb els bits binaris (0 i 1) i calcular que una taula de n entrades té 2^n files.
- Identificar el funcionament, el símbol i l'expressió booleana de les portes bàsiques: NOT ($\overline{A}$), AND ($A \cdot B$) i OR ($A + B$), vinculant-les als circuits en sèrie i en paral·lel.
- Analitzar les portes combinades NAND, NOR i XOR ($A \oplus B$) i calcular la fracció, el decimal i el percentatge d'estats actius ($\frac{1}{4} = 25\,\%$, $\frac{3}{4} = 75\,\%$, $\frac{2}{4} = 50\,\%$).
- Resoldre models de taller, construir un semisumador i ampliar-lo a quatre bits conservant el transport final.

2. PLANIFICACIÓ TEMPORAL DE LA SESSIÓ

Temps	Pantalla Web	Activitat Docent i d'Aula
00–05 min	Pantalla 1	Connexió amb els circuits en sèrie i paral·lel (Classe 18) i repte d'arrencada del PC.
05–15 min	Pantalla 2	Tensió ($0\,\text{V}/5\,\text{V}$) vs bits ($0/1$), regla 2^n i portes fonamentals NOT, AND i OR.
15–27 min	Pantalla 3	Portes combinades NAND, NOR i XOR, proporció de files actives + Simulador interactiu.
27–38 min	Pantalla 4	Pràctica guiada de taules de veritat, potències 2^n i percentatges: Exercicis 1, 2 i 3; el 4 és reforç opcional.
38–50 min	Pantalla 5	Ex. 5, 6 i 9; 7 i 8 opcionals. Ex. 10: ampliació de 15 minuts en una altra sessió.
50–55 min	Pantalla 6	Síntesi de les 6 portes lògiques i tiquet de sortida (disseny de seguretat al taller).

3. SEQÜÈNCIA DE PANTALLES I EXPLICACIONS DEL PROFESSOR

Pantalla 1 (Connexió i Repte): Recordar el muntatge de la Classe 18: preguntar què passa quan posem dos interruptors en sèrie enfront de dos en paral·lel i com ho aplica la placa base.

Pantalla 2 (Bits i NOT, AND, OR): Explicar per què el PC treballa amb $0\,\text{V}$ (0) i $5\,\text{V}$ (1). Desglossar l'Exemple Resolt 1: la porta AND activa $\frac{1}{4} = 0{,}25 = 25\,\%$ de la taula i la porta OR activa $\frac{3}{4} = 0{,}75 = 75\,\%$.

Pantalla 3 (NAND, NOR, XOR i Simulador): Projectar el Simulador Interactiu al Mode Pissarra Digital, commutar els interruptors A i B en directe i comparar la porta OR amb la XOR ($A \oplus B$) quan $A = 1$ i $B = 1$.

Pantalla 4 (Pràctica Guiada Ex. 1–4): Supervisar el càlcul de $2^3 = 8$ i $2^4 = 16$ (Ex. 1), les sortides d'AND/OR (Ex. 2), la inversió NOT/NAND (Ex. 3) i el pas de fracció a decimal amb coma (Ex. 4).

Pantalla 5 (Taller i suma): Ex. 5 i 6: models de taller. Ex. 9: XOR dona S, AND dona C. Ex. 10: ampliació amb quatre sumadors complets i transport columna a columna.

Pantalla 6 (Síntesi i Sortida): Fer que cada alumne triï i justifiqui la porta lògica per a una serra elèctrica de dos botons (analogia, no disseny real de seguretat).

Exercicis Proposats (Ex. 1 a Ex. 10), Solucions i Diagnosi d'Errors

Sincronitzat 1:1 amb el Web

01 · Exercici 1 (Guiat · Entrades i files 2^n)

Enunciat: Quantes combinacions té un circuit amb 3 sensors (2^3) i un amb 4 sensors (2^4)?

Solució detallada: a) $2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = \mathbf{8}$ files. b) $2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = \mathbf{16}$ files.

02 · Exercici 2 (Guiat · Portes AND i OR)

Enunciat: Si $A = 1$ ($5\,\text{V}$) i $B = 0$ ($0\,\text{V}$), quina és la sortida d'una porta AND i d'una OR?

Solució detallada: a) Porta AND ($1 \cdot 0$): sortida $\mathbf{0}$. b) Porta OR ($1 + 0$): sortida $\mathbf{1}$.

03 · Exercici 3 (Guiat · Inversors NOT i NAND)

Enunciat: a) Sortida d'una NOT si $A = 0$. b) Sortida d'una NAND si $A = 1$ i $B = 1$.

Solució detallada: a) $\overline{0} = \mathbf{1}$. b) Com que $1 \cdot 1 = 1$, la NAND inverteix el resultat i dona $\mathbf{0}$.

04 · Exercici 4 (Guiat · Fraccions i percentatges)

Enunciat: Una porta NAND activa 3 de 4 files ($\frac{3}{4}$), i una XOR n'activa 2 de 4 ($\frac{2}{4}$).

Solució detallada: a) NAND: $3 \div 4 = 0{,}75 \implies \mathbf{75\,\%}$. b) XOR: $2 \div 4 = \mathbf{0{,}5}$ ($50\,\%$).

05 · Exercici 5 (Aplicat · Arrencada font ATX)

Enunciat: Porta AND amb A (interruptor darrere) i B (botó frontal). a) $A = 1, B = 0$; b) $A = 1, B = 1$ (en V).

Solució detallada: a) Sortida $Y = 1 \cdot 0 = \mathbf{0}$ (no arrenca). b) $Y = 1 \cdot 1 = 1$, que equival a $\mathbf{5}\,\text{V}$.

06 · Exercici 6 (Aplicat · Alarma del servidor)

Enunciat: Porta OR: A indica temperatura excessiva de CPU; B indica fum al rack. a) $A = 1, B = 0$. b) Quantes files activen l'alarma?

Solució detallada: a) $Y = 1 + 0 = 1$: alarma activa. b) Sortida activa en 3 de les 4 combinacions.

07 · Exercici 7 (Problema · Circuit combinat)

Enunciat: Expressió $Y = (A \cdot B) + C$ quan $A = 1, B = 0, C = 1$.

Solució detallada: a) Porta AND inicial: $1 \cdot 0 = \mathbf{0}$. b) Porta OR final: $0 + 1 = \mathbf{1}$.

08 · Exercici 8 (Integració · Consum fictici)

Enunciat: Xip alimentat a $5\,\text{V}$ amb corrent total fictici $0{,}02\,\text{A}$. Calcula els mA i la potència.

Solució detallada: $0{,}02 \cdot 1000 = 20\,\text{mA}$. $P = V \cdot I = 5 \cdot 0{,}02 = 0{,}1\,\text{W}$.

09 · Exercici 9 (Central · Semisumador)

Enunciat: Suma dos bits $A = 1$, $B = 1$ amb XOR i AND. Calcula S, C, el resultat binari CS i el decimal.

Solució detallada: $S = 1 \oplus 1 = 0$; $C = 1 \cdot 1 = 1$. Ordre: transport, suma. $CS = 10_2 = 2_{10}$, ja que $2 \cdot C + S = 2$. Sense transport d'entrada. Comprovar les quatre combinacions al circuit visible.

10 · Exercici 10 (Ampliació · Quatre bits)

Enunciat: Suma $1011_2 + 0110_2$. Escriu cinc bits, el decimal i el transport final. Registra les quatre columnes.

Solució detallada: De dreta a esquerra: totals $1, 2, 2, 2$; bits de suma $1, 0, 0, 0$ i transports de sortida $0, 1, 1, 1$. $1011_2 + 0110_2 = 10001_2 = 17_{10}$, $C_4 = 1$. El cinquè bit té pes 16.

5. ERRORS HABITUALS A DETECTAR

- Calcular el nombre de files de la taula de veritat multiplicant $2 \cdot n$ en comptes d'elevar 2^n (per a 3 entrades és $2^3 = 8$, no pas 6).
- Confondre el símbol $+$ de la porta OR ($1 + 1 = 1$, «almenys un és 1») amb la suma aritmètica ordinària ($1 + 1 = 2$).
- Confondre la porta OR amb la XOR en la fila $A = 1, B = 1$ (a l'OR la sortida és 1; a la XOR és 0 perquè les entrades són iguals).

6. PREGUNTES PER ESTIMULAR LA PARTICIPACIÓ

- «Per què els processadors utilitzen només dos estats de voltatge ($0\,\text{V}$ i $5\,\text{V}$) en comptes de deu nivells com el sistema decimal?»
- «Quina diferència hi ha entre la porta OR i la porta XOR en l'escala d'una casa amb dos commutadors?»
- «Si una porta NAND és el contrari d'una AND, quin percentatge de la taula de veritat dona sortida 1?»