
1664 – Digitalització aplicada als sectors productius

Índex

1. Economia Lineal i Economia Circular	1
1.1. Conceptes bàsics	1
1.2. Etapes comparades	2
1.3. Impacte mediambiental	2
1.4. El reciclatge als models econòmics	2
1.5. Processos reals	2
1.6. Eines digitals que optimitzen l'EC	3
1.7. Relació amb els ODS	3
2. La Quarta Revolució Industrial	3
2.1. Les revolucions industrials	3
2.2. La quarta revolució industrial (Indústria 4.0)	4
2.3. Sistemes ciberfísics i evolució industrial	4
2.4. Interrelació món físic i virtual	4
2.5. Beneficis de la migració a entorns 4.0	5
2.6. La cinquena revolució industrial (Indústria 5.0)	5
3. Sistemes basats en el Núvol	5
3.1. Concepte de Cloud Computing	5
3.2. Nivells del cloud	6
Segons el model de servei	6
Segons el model de desplegament	6
3.3. Edge Computing, Fog i Mist	6
3.4. Avantatges del cloud per a sistemes connectats	7
3.5. Inconvenients del cloud	7
4. Tecnologies Habilitadores Digitals (THD)	7
4.1. Introducció	7
4.2. Descripció de les principals THD	8
Internet de les Coses (IoT)	8
Intel·ligència Artificial (IA)	9
Big Data	10
Tecnologia 5G	10
Robòtica Col·laborativa (cobots)	10
Blockchain	11
Ciberseguretat	11
Fabricació additiva (impressió 3D)	11
Bessons digitals (<i>digital twins</i>)	12
4.3. THD i millora de la productivitat	12
4.4. IT vs. OT: convergència	12
4.5. Sistemes d'emmagatzematge de dades	13
Emmagatzematge convencional	13
Emmagatzematge no convencional	13
5. Pla de Transformació Digital	13
5.1. Introducció	13
5.2. L'empresa clàssica: diagrama de blocs	14
5.3. Anàlisi DAFO digital	14
5.4. Etapes susceptibles de ser digitalitzades	15

5.5. Tecnologies per a cada etapa	15
5.6. Informe de viabilitat	16
5.7. Diagrama del sistema digitalitzat	16
5.8. Millora en producció i gestió de residus	17
5.9. El pla de transformació: seqüència	17
Fase 1: Diagnosi (setmanes 1-2)	17
Fase 2: Definició d'objectius (setmanes 2-3)	17
Fase 3: Selecció de tecnologies (setmana 3-4)	17
Fase 4: Implementació per fases (mesos 2-6)	17
Fase 5: Seguiment i millora contínua (des del mes 3)	18
5.10. Nous perfils professionals	18
Resum de conceptes clau	18
Recursos	19
Índex de figures	20

Cicle formatiu: Sistemes Microinformàtics i Xarxes (SMX)

Durada: 33 hores

1. Economia Lineal i Economia Circular

1.1. Conceptes bàsics

L'**Economia Lineal (EL)** és el model de producció i consum tradicional. Segueix el patró:



Figura 1: Patró de l'economia lineal

L'**Economia Circular (EC)** proposa un model alternatiu pensat per tancar el cicle dels materials i l'energia, eliminant els residus per disseny:

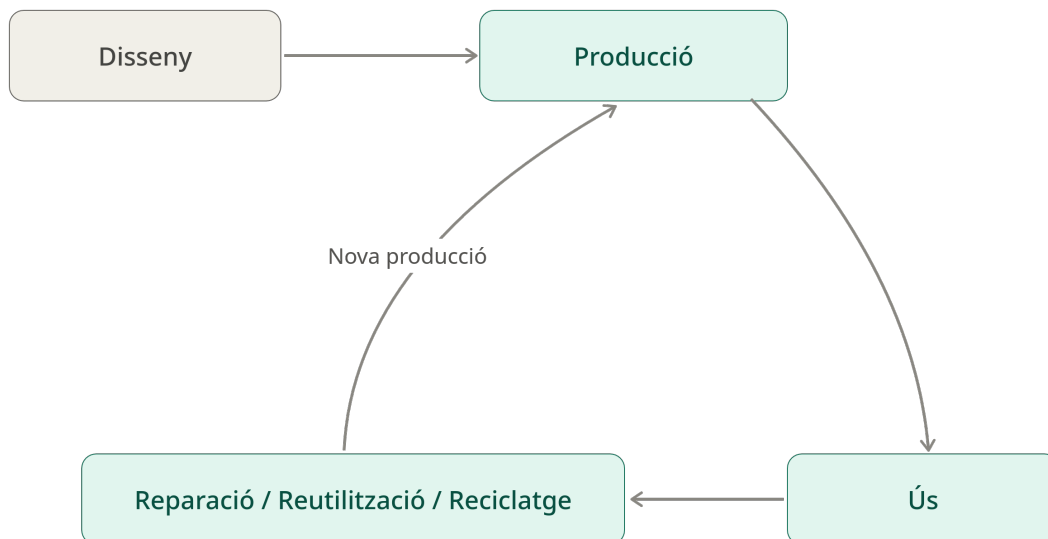


Figura 2: Patró de l'economia circular

1.2. Etapes comparades

Fase	Economia Lineal	Economia Circular
Matèries primeres	Extretes i consumides	Reutilitzades i regenerades
Producció	Optimitzada per al volum	Optimitzada per a la durabilitat
Ús	Consum ràpid, obsolescència	Ús prolongat, manteniment
Final de vida	Abocador o incinerador	Reciclatge, compostatge, reutilització

1.3. Impacte mediambiental

L'EL genera emissions de CO₂ elevades en cada fase del cicle, esgota recursos naturals no renovables i produeix grans volums de residus.

L'EC, en canvi, redueix l'extracció de matèries primeres, disminueix les emissions i afavoreix la reutilització. Contribueix directament als **Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)** de l'ONU, especialment al 12 (*Producció i consum responsables*) i al 13 (*Acció climàtica*).

1.4. El reciclatge als models econòmics

El reciclatge és un dels pilars de l'EC, però no l'únic. La jerarquia de prioritats és:

1. **Reduir** → menys consum i producció
2. **Reutilitzar** → un mateix producte serveix diverses vegades
3. **Reparar** → manteniment en comptes de substitució
4. **Reciclar** → recuperar el material
5. **Recuperar energia** → darrera opció

1.5. Processos reals

Exemples d'EL:

- Moda ràpida (*fast fashion*): producció massiva, vida curta, abocador.
- Electrònica de consum: dispositius dissenyats per ser substituïts, no reparats.

Exemples d'EC:

- Lloguer de pneumàtics (Michelin): cobra per quilòmetre, no ven el pneumàtic.
- Renault: fàbrica de remanufactura a França, on motors usats es tornen a posar a punt.
- Econyl: fil de niló per a roba de bany fabricat a partir de xarxes de pesca recuperades.

1.6. Eines digitals que optimitzen l'EC

La digitalització facilita la transició a l'EC:

- **Bessons digitals:** simulen el cicle de vida d'un producte per optimitzar-lo.
- **IoT:** sensors que indiquen quan una màquina necessita manteniment, evitant el recanvi prematur.
- **Big Data:** anàlisi de fluxos de materials per identificar on es pot tancar el cicle.
- **Blockchain:** traçabilitat verificable dels materials reciclats.

1.7. Relació amb els ODS

ODS	Relació amb la digitalització i l'EC
ODS 7	Energia assequible i neta → xarxes intel·ligents, IoT
ODS 9	Indústria, innovació i infraestructura → Indústria 4.0
ODS 12	Producció i consum responsables → traçabilitat, EC
ODS 13	Acció climàtica → reducció d'emissions, eficiència energètica

La **Responsabilitat Digital Corporativa (CDR)** és el compromís de les empreses d'adoptar la digitalització de manera ètica, sostenible i respectuosa amb els drets de les persones i el medi ambient.

2. La Quarta Revolució Industrial

2.1. Les revolucions industrials

Revolució	Període	Tecnologies clau
1a (Indústria 1.0)	Finals s. XVIII -- principis s. XIX	Màquina de vapor, carbó, tèxtil
2a (Indústria 2.0)	Finals s. XIX -- principis s. XX	Electricitat, motor de combustió, producció en sèrie
3a (Indústria 3.0)	Segona meitat s. XX	Electrònica, informàtica, automatització, Internet
4a (Indústria 4.0)	Segle XXI	IA, IoT, Big Data, impressió 3D, cloud, robòtica avançada

NOTA

La tercera revolució industrial va néixer amb el transistor de silici (1954), els primers mainframes d'IBM i, finalment, Internet (ARPANET, 1969; accés massiu, 1996). Molts dels conceptes que estúdieu en xarxes i sistemes operatius deriven directament d'aquella revolució.

2.2. La quarta revolució industrial (Indústria 4.0)

La Indústria 4.0 representa la **fusió del món físic, digital i biològic**. Les seves característiques principals són:

- **Sistemes ciberfísics (CPS)**: màquines, sensors i actuadors interconnectats que prenen decisions autònomes.
- **Internet de les Coses (IoT)**: dispositius connectats que recullen i comparteixen dades en temps real.
- **Intel·ligència Artificial (IA)**: sistemes que aprenen i optimitzen processos sense intervenció humana constant.
- **Big Data i anàlisi predictiva**: processament massiu de dades per anticipar-se a problemes i oportunitats.
- **Fabricació additiva (impressió 3D)**: producció personalitzada amb menys malbaratament de material.
- **Cadenes de subministrament intel·ligents**: fluxos de materials i informació integrats i optimitzats.

2.3. Sistemes ciberfísics i evolució industrial

Un **sistema ciberfísic** combina components físics (màquines, sensors, actuadors) amb components digitals (programari, comunicacions). Exemple:



Figura 3: Sistema ciberfísic

Aquesta integració és possible gràcies a:

- Protocols de comunicació industrial: OPC-UA, MQTT, Modbus TCP.
- PLCs (*Programmable Logic Controllers*) moderns amb connectivitat Ethernet.
- Plataformes IoT al núvol.

2.4. Interrelació món físic i virtual

Realitat augmentada (RA): superposició d'informació digital sobre el món real. Exemple: tècnic de manteniment que veu, a través d'unes ulleres, les instruccions de reparació sobre la màquina real.

Realitat virtual (RV): entorn completament digital. Exemple: simulador de vol per a pilots o entorn de formació virtual per a operaris de fàbrica.

Bessons digitals (*digital twins*): còpia digital exacta d'un actiu físic que s'actualitza en temps real. Permeten simular avaries, provar canvis de configuració o predir el desgast sense aturar la producció.

2.5. Beneficis de la migració a entorns 4.0

Per a les **empreses**:

- Reducció de costos operatius per automatització.
- Manteniment predictiu → menys aturades no planificades.
- Qualitat més alta i menys rebuig.
- Flexibilitat per produir en lots petits o a mida.
- Nous models de negoci basats en dades.

Per als **clients**:

- Productes personalitzats a preus competitius.
- Entregues més ràpides i traçables.
- Millor servei postvenda (monitoratge remot del producte).

2.6. La cinquena revolució industrial (Indústria 5.0)

La Indústria 5.0, emergent, posa l'èmfasi en:

- **Col·laboració home-màquina** en comptes d'automatització total.
- **Sostenibilitat i economia circular** com a eixos centrals.
- **Benestar dels treballadors** i inclusió social.

3. Sistemes basats en el Núvol

3.1. Concepte de Cloud Computing

El **Cloud Computing** (computació en el núvol) és un model que permet accedir a recursos informàtics (servidors, emmagatzematge, bases de dades, xarxes, aplicacions) a través d'Internet, de manera flexible i sota demanda, amb un model de pagament per ús.

3.2. Nivells del cloud

Segons el model de servei

Model	Descripció	Exemples
IaaS (Infraestructura com a servei)	Servidors, emmagatzematge i xarxa virtuals	AWS EC2, Azure VMs, Google Compute Engine
PaaS (Plataforma com a servei)	Entorn per desplegar aplicacions sense gestionar la infraestructura	Google App Engine, Heroku, Azure App Services
SaaS (Programari com a servei)	Aplicació completa accessible des del navegador	Gmail, Microsoft 365, Salesforce, Dropbox

NOTA

Com a tècnics de sistemes, treballareu principalment a nivell IaaS (servidors virtuals, xarxes, emmagatzematge) i, en menor mesura, PaaS.

Segons el model de desplegament

Model	Qui el gestiona	Quan s'usa
Núvol públic	Proveïdor extern (AWS, Azure, GCP)	Empreses que volen escalar ràpid sense inversió en maquinari
Núvol privat	L'organització mateixa	Hospitals, bancs, governs → dades sensibles
Núvol híbrid	Combinació dels dos anteriors	Dades crítiques en privat, càrregues variables en públic
Multinúvol	Diversos proveïdors alhora	Evitar dependència d'un sol proveïdor

3.3. Edge Computing, Fog i Mist

Quan enviar totes les dades al núvol central no és viable (latència, ample de banda, privacitat), s'usen arquitectures distribuïdes:



Figura 4: Arquitectura distribuïda

- **Mist computing:** processament directament al dispositiu o molt a prop (microcontroladors, sensors intel·ligents).
- **Fog computing:** processament a la vora de la xarxa local (gateway, switch industrial). Redueix la latència.
- **Edge computing:** processament en servidors locals propers a la font de dades (CPD d'empresa, punt de venda). Respon en temps real.
- **Cloud central:** processament massiu, emmagatzematge a llarg termini, IA global.

Exemple pràctic: una línia de producció industrial. El sensor detecta una temperatura anormal → el node fog local actua immediatament (atura la màquina) → les dades s'envien al cloud per anàlisi estadística a llarg termini.

3.4. Avantatges del cloud per a sistemes connectats

- **Escalabilitat:** augmentar recursos en minuts, sense comprar maquinari.
- **Accessibilitat:** accés des de qualsevol lloc amb connexió a Internet.
- **Cost-efectivitat:** model de pagament per ús, sense grans inversions inicials.
- **Alta disponibilitat:** SLA del 99,9 % o superior, còpies de seguretat automàtiques.
- **Ciberseguretat:** els grans proveïdors inverteixen enormement en seguretat.
- **Col·laboració:** equips distribuïts treballen sobre les mateixes dades en temps real.

3.5. Inconvenients del cloud

- Dependència de la connexió a Internet.
- Riscos de privacitat i sobirania de les dades.
- Cost recurrent que pot créixer si no es gestiona bé.
- Dependència del proveïdor (*vendor lock-in*).

4. Tecnologies Habilitadores Digitals (THD)

4.1. Introducció

Les **Tecnologies Habilitadores Digitals (THD)**, o *Key Enabling Technologies (KET)*, són aquelles tecnologies que poden induir innovacions en múltiples sectors econòmics. Les principals THD de la Indústria 4.0 són:

THD	Descripció breu
IoT	Dispositius físics connectats que recullen i transmeten dades
IA	Sistemes capaços d'aprendre, raonar i prendre decisions
Big Data	Gestió i anàlisi de grans volums de dades
5G	Xarxa mòbil d'alta velocitat i baixa latència
Robòtica col·laborativa	Robots que treballen al costat de persones (cobots)
Blockchain	Registre distribuït i immutable de transaccions
Ciberseguretat	Protecció de sistemes, dades i comunicacions
Fabricació additiva	Impressió 3D de peces i prototips
Realitat virtual/aumentada	Entorns immersifs o superposició d'informació digital
Bessons digitals	Còpies digitals d'actius físics actualitzades en temps real

4.2. Descripció de les principals THD

Internet de les Coses (IoT)

L'IoT connecta dispositius físics a través d'Internet per recopilar, enviar i analitzar dades en temps real.

Components d'un sistema IoT:

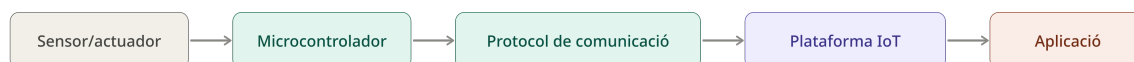


Figura 5: Les cinc capes d'una arquitectura IoT

Protocols habituals: MQTT, CoAP, HTTP/HTTPS, Zigbee, LoRaWAN, Bluetooth LE.

Plataformes IoT: AWS IoT, Google Cloud IoT, Azure IoT Hub, Node-RED, ThingsBoard.

Maquinari: Arduino, Raspberry Pi, ESP8266/ESP32.

Exemples d'aplicació:

- Fàbrica: sensors de temperatura, vibració i consum elèctric per al manteniment predictiu.
- Edifici intel·ligent: control de llums, climatització i accés.
- Logística: rastreig GPS de vehicles i palets.
- Agricultura: sensors d'humitat del sòl i automatització del reg.

Intel·ligència Artificial (IA)

La **intel·ligència artificial** és la branca de la informàtica que desenvolupa sistemes capaços de realitzar tasques que requereixen intel·ligència humana: raonament, aprenentatge, percepció, presa de decisions.

Jerarquia de disciplines:

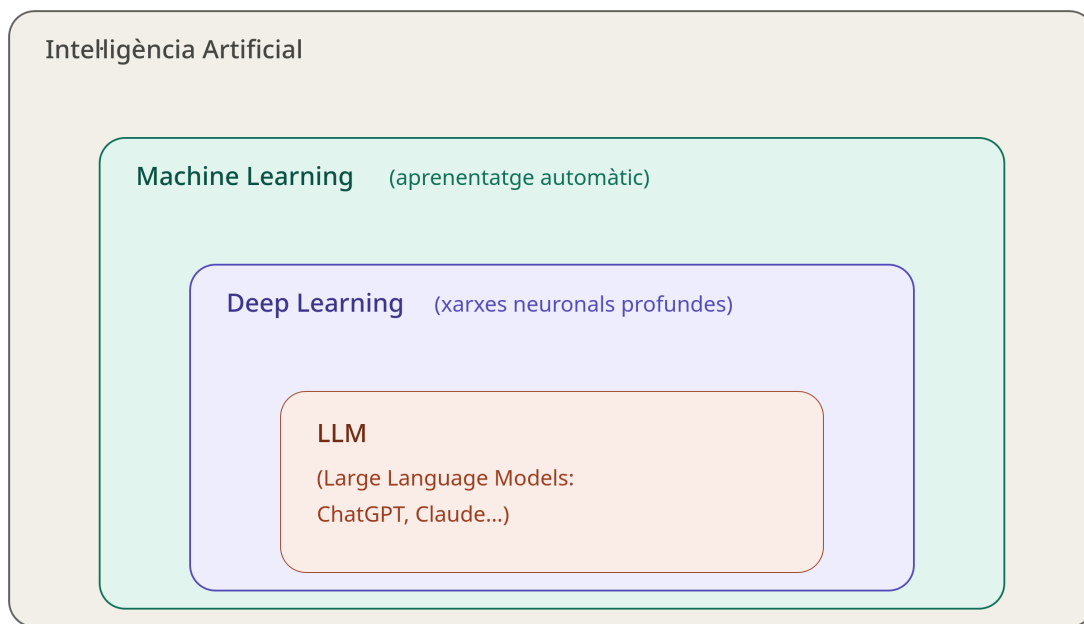


Figura 6: Nivells de jerarquia

Tipus d'IA:

- **IA feble o especialitzada:** fa una tasca concreta (recomanació de Netflix, reconeixement facial, traductor).
- **IA general (AGI):** hipotètic sistema que podria fer qualsevol tasca intel·lectual humana. Encara no existeix.
- **Superintel·ligència:** concepte teòric que supera la intel·ligència humana en tots els aspectes.

Aplicacions en empreses:

- Detecció de frau en transaccions bancàries.
- Diagnòstic mèdic per imatge.
- Manteniment predictiu industrial.
- Xatbots d'atenció al client.
- Optimització de rutes logístiques.

Big Data

El **Big Data** fa referència a conjunts de dades tan grans i complexos que no es poden gestionar amb eines tradicionals. Es caracteritza per les **7V**:

V	Descripció
Volum	Quantitat massiva de dades (petabytes, exabytes)
Velocitat	Generació i processament en temps real o quasi real
Varietat	Estructurades (SQL), semiestructurades (JSON, XML), no estructurades (imatges, vídeos)
Veracitat	Qualitat i fiabilitat de les dades
Valor	Capacitat de transformar dades en coneixement útil
Variabilitat	Canvis constants en el context i significat de les dades
Visualització	Representació eficient per facilitar la interpretació

Eines habituals:

- Emmagatzematge: Hadoop, Apache Cassandra, MongoDB.
- Processament: Apache Spark, Apache Flink.
- Visualització i BI: Power BI, Tableau, Looker.
- Cloud: Google BigQuery, AWS Redshift, Azure Synapse.

Tecnologia 5G

La xarxa **5G** aporta tres millores fonamentals respecte al 4G:

- **Velocitat**: fins a 10 Gbps (×100 respecte al 4G).
- **Latència molt baixa**: 1 ms (crucial per a vehicles autònoms, cirurgia remota, control industrial).
- **Densitat de connexions**: milions de dispositius IoT per km².

Aplicació en indústria: control remot de màquines en temps real, fàbriques sense cables, vehicles autònoms en logística.

Robòtica Col·laborativa (cobots)

Els **cobots** (*collaborative robots*) estan dissenyats per treballar al costat dels humans de manera segura, sense tanques de protecció. Diferència respecte als robots industrials tradicionals:

Característica	Robot industrial	Cobot
Seguretat	Requereix zona protegida	Treballa al costat de persones
Programació	Complexa, especialistes	Intuïtiva, guiat a mà
Flexibilitat	Tasca fixa	Reconfiguració fàcil
Cost	Alt	Més assequible

Blockchain

El **blockchain** és un registre distribuït i immutable on s'anoten transaccions en blocs encadenats criptogràficament.

Propietats:

- **Descentralitzat**: no hi ha un servidor central; la còpia existeix en molts nodes.
- **Immutable**: un cop afegit un bloc, no es pot modificar.
- **Transparent**: tots els participants poden verificar les transaccions.

Aplicacions:

- Traçabilitat de la cadena de subministrament (origen dels aliments, autenticitat de productes).
- Contractes intel·ligents (*smart contracts*).
- Criptomonedes (Bitcoin, Ethereum).
- Sistemes de votació digital.

Ciberseguretat

En un entorn cada cop més connectat, la **ciberseguretat** és una THD fonamental. Els principals atacs als sistemes industrials i empresarials són:

- **Phishing**: engany per obtenir credencials.
- **Ransomware**: segrest de dades a canvi d'un rescat.
- **Malware**: programari maliciós que infecta sistemes.
- Atacs a sistemes SCADA/ICS: amenaces als sistemes de control industrial.

NOTA

Com a tècnics de xarxes, aplicareu mesures de ciberseguretat (firewalls, VPN, segmentació de xarxes, actualitzacions, backups) que protegeixen directament la infraestructura digital de les empreses.

Fabricació additiva (impressió 3D)

La **fabricació additiva** crea objectes capa a capa a partir d'un model digital. Avantatges:

- Prototipatge ràpid i barat.
- Personalització de peces a mida.
- Reducció de malbaratament de material (vs. mecanitzat).
- Fabricació distribuïda (la pròpia empresa pot produir les peces).

Bessons digitals (*digital twins*)

Un **bessó digital** és un model virtual exacte d'un objecte, procés o sistema real, alimentat en temps real per sensors IoT.

Aplicació: simular l'avaria d'una màquina abans que es produeixi, provar una nova configuració de producció sense risc, predir el desgast de components.

4.3. THD i millora de la productivitat

La combinació de THD permet:

- **Reducció de costos:** automatització de tasques repetitives, menys errors, manteniment predictiu.
- **Augment de la qualitat:** control de qualitat per visió artificial, traçabilitat completa.
- **Personalització:** producció flexible adaptada a la demanda real.
- **Sostenibilitat:** optimització del consum d'energia i materials.

4.4. IT vs. OT: convergència

Aspecte	IT (Tecnologia de la Informació)	OT (Tecnologia de l'Operació)
Objectiu	Gestionar dades i sistemes d'informació	Controlar processos i equips físics
Àmbit	Servidors, xarxes, aplicacions	PLCs, SCADA, robots, sensors
Prioritat	Seguretat, integritat de dades	Disponibilitat, temps real
Temps de resposta	Variable	Crític, en temps real

Amb la Indústria 4.0, IT i OT **convergeixen**: els sistemes industrials es connecten a la xarxa IP de l'empresa i al núvol. Això obre noves possibilitats (manteniment predictiu, optimització remota) però també nous riscos de ciberseguretat.

NOTA

Com a tècnics de xarxes, us trobareu en la intersecció IT-OT: xarxes industrials, VLANs de segmentació, accés remot segur a PLCs, etc.

4.5. Sistemes d'emmagatzematge de dades

Emmagatzematge convencional

- Bases de dades relacionals (SQL): MySQL, PostgreSQL, Oracle.
- Sistemes de fitxers en servidors locals o NAS.

Emmagatzematge no convencional

- **NoSQL**: MongoDB (documents), Cassandra (columnes), Redis (clau-valor), Neo4j (grafs). Dissenyats per a grans volums de dades no estructurades o semiestructurades.
- **Cloud storage**: Google Cloud Storage, Amazon S3, Azure Blob Storage. Objectes al núvol, escalables i accessibles des de qualsevol punt.
- **Emmagatzematge descentralitzat**: IPFS (*InterPlanetary File System*), blockchain. Les dades es distribueixen entre múltiples nodes sense servidor central.
- **Data lakes**: emmagatzemen dades en brut de qualsevol format fins que es necessiten per analitzar.
- **Data warehouses**: dades estructurades i processades per a anàlisi de negoci (BI).

5. Pla de Transformació Digital

5.1. Introducció

La **transformació digital** no és simplement comprar tecnologia nova; és un canvi profund en la manera com una empresa crea valor, opera i es relaciona amb els clients. Requereix:

- Lideratge i compromís de la direcció.
- Alineació de tots els departaments.
- Cultura d'innovació i aprenentatge continu.
- Planificació i metodologia rigoroses.

5.2. L'empresa clàssica: diagrama de blocs

Abans de digitalitzar cal entendre l'empresa actual. Una empresa industrial típica té els blocs funcionals següents:

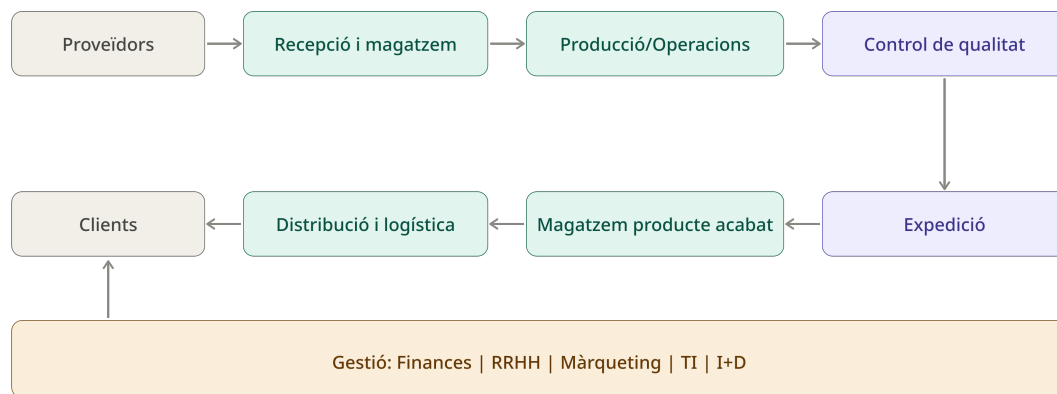


Figura 7: Cadena de subministrament d'una empresa

Cada un d'aquests blocs té processos documentables i, potencialment, digitalitzables.

5.3. Anàlisi DAFO digital

Abans de definir el pla de digitalització cal fer un **diagnòstic inicial**:

	Positiu	Negatiu
Intern	Fortaleses: processos ben documentats, equip TI competent	Debilitats: maquinària antiga, resistència al canvi, dades en paper
Extern	Oportunitats: nous mercats digitals, subvencions per a digitalització	Amenaces: competidors ja digitalitzats, ciberatacs creixents

5.4. Etapes susceptibles de ser digitalitzades

Per a una empresa típica del sector de serveis TI (context SMX), les etapes prioritàries per digitalitzar serien:

Etapa	Procés actual (clàssic)	Oportunitat de digitalització
Gestió de clients	Fitxes en paper, trucades telefòniques	CRM (HubSpot, Salesforce, Zoho)
Gestió de projectes	Fulls de càlcul, reunions presencials	Plataformes col·laboratives (Trello, Jira, Asana)
Documentació tècnica	Manuais en paper, processador de textos local	Wiki digital, Google Workspace, SharePoint
Monitoratge d'infraestructures	Revisió manual periòdica	Nagios, Zabbix, Grafana (alertes en temps real)
Suport i incidències	Correu electrònic o trucades	Sistema de tiquets (GLPI, Freshdesk, Zendesk)
Facturació i finances	Full de càlcul, factures en paper	ERP (Odoo, SAP Business One)
Còpies de seguretat	Manuais, DVDs o discos externs	Backup automatitzat al núvol (BackupPC, Veeam)
Comunicació interna	Correu i trucades	Slack, Microsoft Teams

5.5. Tecnologies per a cada etapa

Per a cada procés cal triar les **THD adequades**. Exemple per a una empresa de serveis de xarxes i sistemes:

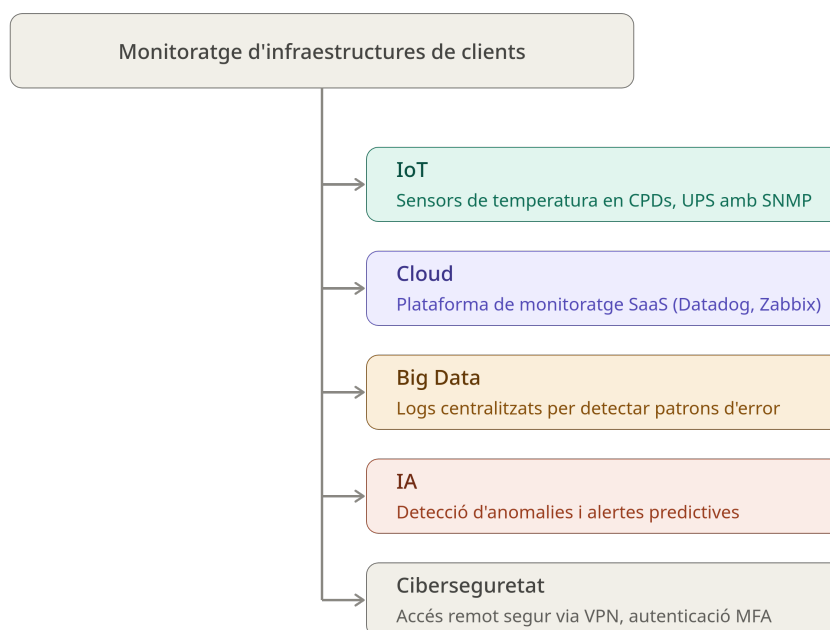


Figura 8: Tecnologies per a cada procés

5.6. Informe de viabilitat

L'informe de viabilitat analitza si el projecte de digitalització és factible i quines millores aportarà. Ha d'incloure:

1. **Situació actual (AS-IS):** descripció dels processos existents i els seus punts febles.
2. **Situació futura (TO-BE):** com funcionaran els processos una vegada digitalitzats.
3. **Anàlisi cost-benefici - Costos:** llicències de programari, maquinari, formació, hores d'implementació.
4. **Anàlisi cost-benefici - Beneficis:** estalvi de temps, reducció d'errors, nous ingressos, millora de la qualitat.
5. **Riscos i plans de contingència.**
6. **Terminis i fases d'implementació.**

5.7. Diagrama del sistema digitalitzat

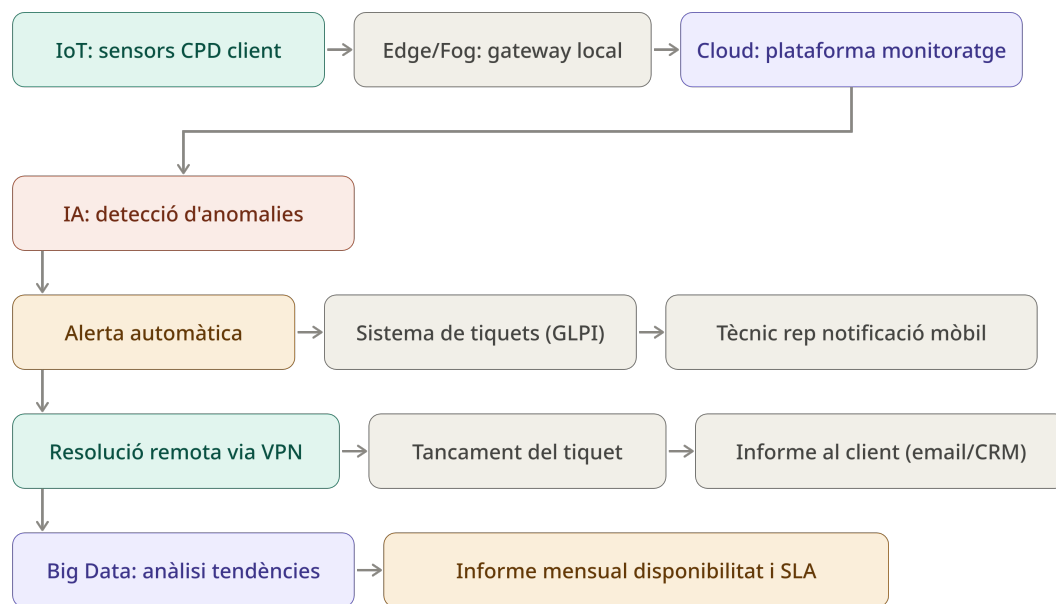


Figura 9: Sistema digitalitzat

5.8. Millora en producció i gestió de residus

La digitalització permet:

- **Reducció del paper:** factures, albarans, manuals i informes passen a ser digitals.
- **Optimització de desplaçaments:** la gestió remota redueix les visites in situ innecessàries.
- **Cicle de vida dels equips allargat:** el manteniment predictiu evita substitucions prematures.
- **Consum energètic optimitzat:** monitoratge del consum i ajust automàtic (apagat de servidors inactius, virtualització).

5.9. El pla de transformació: seqüència

Un pla de transformació digital s'estructura en fases:

Fase 1: Diagnosi (setmanes 1-2)

- Inventari de processos actuals.
- Anàlisi DAFO digital.
- Identificació d'àrees prioritàries.

Fase 2: Definició d'objectius (setmanes 2-3)

- Definir KPIs: quins indicadors mesurem per saber si l'hem aconseguit?
- Exemple: *"Reduir el temps de resposta a incidències de 4 hores a 30 minuts en 6 mesos"*.

Fase 3: Selecció de tecnologies (setmana 3-4)

- Avaluació de solucions (codi lliure vs. propietari, SaaS vs. on-premise).
- Prova de concepte (*proof of concept*, PoC) amb la solució triada.

Fase 4: Implementació per fases (mesos 2-6)

- Metodologia àgil: idea → prototip → revisió → millora.
- Formació de l'equip en paral·lel.

Fase 5: Seguiment i millora contínua (des del mes 3)

- Mesura de KPIs.
- Cicle PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).
- Ajust de l'estratègia si cal.

5.10. Nous perfils professionals

La digitalització crea nous rols a les empreses:

Perfil	Funció
CDO (<i>Chief Digital Officer</i>)	Lidera l'estratègia de transformació digital
Data Analyst / Data Scientist	Analitza dades per extreure coneixement i predir tendències
Especialista IoT	Dissenya i gestiona sistemes de sensors i connectivitat
Especialista en ciberseguretat	Protegeix la infraestructura digital
Integrador de sistemes	Connecta i fa interoperar ERP, CRM, plataformes IoT, etc.
Tècnic en suport digital	Forma els empleats i dona suport en l'ús de les noves eines

NOTA

El perfil de tècnic de xarxes i sistemes és clau en tots aquests rols. La infraestructura de xarxa, els servidors i la seguretat de les comunicacions són la base sobre la qual descansa qualsevol transformació digital.

Resum de conceptes clau

Concepte	Definició breu
Economia Lineal	Extracció → producció → ús → residus
Economia Circular	Model que tanca el cicle dels materials
ODS	Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'ONU
Indústria 4.0	Fusió del món físic, digital i biològic en la producció
Sistemes ciberfísics	Combinació de components físics i digitals interconnectats
IoT	Dispositius físics connectats que recullen i comparteixen dades
Big Data	Gestió i anàlisi de grans volums de dades (7V)
Cloud Computing	Accés a recursos informàtics via Internet, sota demanda
IaaS / PaaS / SaaS	Models de servei cloud: infraestructura / plataforma / programari
Edge computing	Processament proper a la font de dades, amb baixa latència
Fog / Mist	Capes intermèdies entre el dispositiu i el cloud central
THD	Tecnologies Habilitadores Digitals (IoT, IA, Big Data, 5G...)
Bessó digital	Còpia virtual d'un actiu físic, alimentada en temps real
Blockchain	Registre distribuït i immutable de transaccions
IT vs. OT	Tecnologia de la Informació vs. Tecnologia de l'Operació
DAFO	Eina d'anàlisi estratègica: debilitats, amenaces, fortaleces, oportunitats
KPI	Indicador clau de rendiment
PDCA	Cicle de millora contínua: Planificar, Fer, Verificar, Actuar
GDPR	Reglament europeu de protecció de dades
CDR	Responsabilitat Digital Corporativa

Recursos

- [Materials IOC -- Digitalització aplicada als sectors productius](#)
- [Open Data BCN](#)
- [Elements of AI \(curs gratuït\)](#)
- [Agència de Ciberseguretat de Catalunya](#)
- [Key enabling technologies for Europe -- Parlament Europeu](#)

Índex de figures

1	Patró de l'economia lineal	1
2	Patró de l'economia circular	1
3	Sistema ciberfísic	4
4	Arquitectura distribuïda	6
5	Les cinc capes d'una arquitectura IoT	8
6	Nivells de jerarquia	9
7	Cadena de subministrament d'una empresa	14
8	Tecnologies per a cada procés	15
9	Sistema digitalitzat	16

Versions d'aquest document

- [HTML](#)
- [PDF](#)
- [ODT](#)
- [MD](#)

[Domini Públic \(CC0\)](#)