



Barreres i Impulsors en la integració 4.0

Guia de Bones Pràctiques

Octubre 2022

Versió 02



Col·laboració:



Barreres d'Integració 4.0. Guia de Bones Pràctiques

© Grup de Treball Integració 4.0

Comissió Indústria 4.0

Enginyers de Catalunya

Setembre 2022

Autors: Jordi Ayza, Jordi Blanco, Guillem Beltran, Xavier Conesa, Javier Gámiz, Olga López, Pilar Mengual, Jordi Portella, Xavier Pi, Michael Loughlin

ÍNDEX

Introducció	5
1 Manca de recolzament explícit de la Direcció	7
1.1 Descripció	7
1.2 Efectes	7
1.3 Bones pràctiques	7
2 Riscos potencials no identificats	8
2.1 Descripció	8
2.2 Riscos i possibles causes arrel associades.	8
2.3 Bones pràctiques	8
3 Incerteses	9
3.1 Descripció	9
3.2 Efectes	9
3.3 Bones pràctiques	9
4 Mancances en la documentació	10
4.1 Descripció	10
4.2 Efectes	10
4.3 Bones pràctiques	10
5 Resistència al canvi	10
5.1 Descripció	10
5.2 Efectes	11
5.3 Bones pràctiques	11
6 Evolució ràpida de la tecnologia	11
6.1 Descripció	11
6.2 Efectes	11
6.3 Bones pràctiques	12
7 Manca de formació	12
7.1 Descripció	12
7.2 Efectes	12
7.3 Bones pràctiques	12
8 Manca de coneixement i assessorament	13
8.1 Descripció	13
8.2 Efectes	13
8.3 Bones pràctiques	13

9	Incertesa per establir aliances	13
9.1	Descripció	13
9.2	Efectes	13
9.3	Bones pràctiques:	13
10	Costos dels canvis necessaris	14
10.1	Descripció	14
10.2	Efectes	14
10.3	Bones pràctiques	14
11	Implantació no estratègica.	14
11.1	Descripció	14
11.2	Efectes	15
11.3	Bones pràctiques	15
12	Baixa interoperabilitat entre aplicacions	15
12.1	Descripció	15
12.2	Efectes	16
12.3	Bones pràctiques	16
13	Mantenir i integrar equips i màquines antigues	16
13.1	Descripció	16
13.2	Efectes	16
13.3	Bones pràctiques	17
14	Bibliografia	17

Introducció

Diferents estudis fets per buscar quins són els impediments principals per a l'aplicació de les tecnologies de la Indústria 4.0 a les PIMES, conclouen que el més important correspon a la manca de percepció dels impulsors (drivers) disponibles i també de quines són les barreres a superar, més que no pas de la percepció de les barreres que els directius creuen que cal superar (Stentoft et al., 2021).

Entenem que es poden considerar dues menes d'impulsors: els externs a la pròpia organització i els interns. Entre els externs podem trobar polítiques de promoció, difusió i formació promogudes per administracions i entitats professionals (Kroll et al., 2016). Les internes corresponen a les derivades de les bones pràctiques.

Una organització que s'esforça en promoure i aplicar bones pràctiques en el seu dia a dia, està facilitant i impulsant, també, l'aplicació de les tecnologies de la Indústria 4.0. Aquest informe presenta les barreres més comuns, i les bones pràctiques impulsores corresponents, per facilitar l'adopció del paradigma de la Indústria 4.0 a les empreses industrials.

La digitalització progressiva de totes les àrees d'una organització, des de l'automatització i recollida de dades de planta fins a sistemes integradors com són ERP, BI i CRM (veure Il·lustració 1), genera dades que es poden integrar per proporcionar informació valuosa i fiable. Aquesta informació proporciona visibilitat en temps real i facilita la presa de decisions per optimitzar el funcionament d'una organització o servei a tots els nivells. La integració entre departaments, com ara l'enginyeria i les operacions, elimina l'intercanvi d'informació manual i propens a errors.

La tecnologia per integrar informació de diferents sistemes existeix i està prou madura, tot i que pot ser difícil triar els socis adequats per a la integració, donada la infinitat de solucions i especialistes en integració de sistemes al mercat. El repte s'agreuja en els escenaris "Brown Field", on existeixen sistemes heretats (Legacy Systems) i no sempre estan equipats amb

capacitats d'integració. Per garantir l'èxit de les iniciatives d'integració, cal abordar la manca d'experiència interna i la resistència al canvi a tots els nivells de l'organització. La consciència de la direcció de l'organització sobre els beneficis i riscos és fonamental.

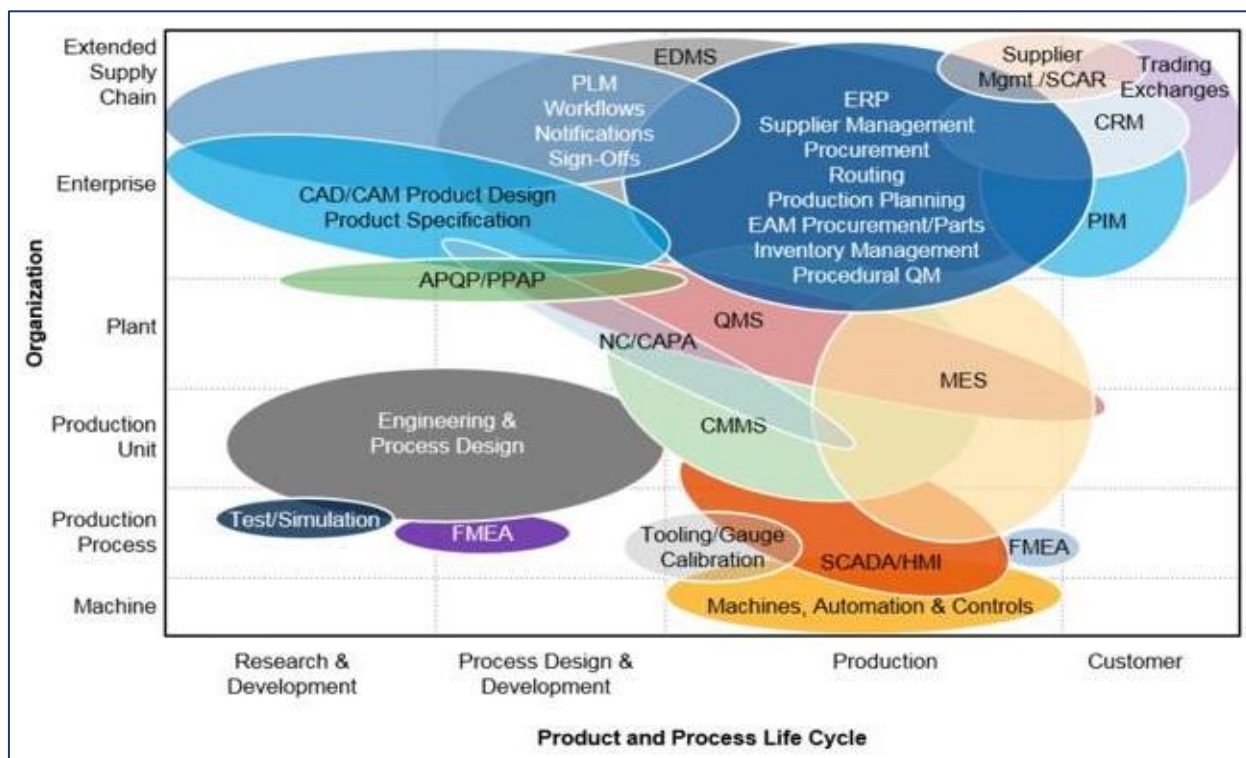
Degut a la incorporació de la digitalització, els reptes creixents amb les cadenes de subministrament, en un entorn global que canvia ràpidament, s'ha d'abordar per garantir la resiliència de la cadena i proporcionar les eines per reaccionar de manera oportuna davant les interrupcions, tant aigües amunt com avall. La tecnologia es pot aprofitar per millorar la visibilitat de la cadena de subministrament i per garantir reaccions oportunes a situacions crítiques.

En aquest informe exprés, presentem una llista de les 13 barreres més habituals per implementar la integració dins d'una organització, de quina manera poden impactar una iniciativa d'integració, i les millors pràctiques que s'apliquen generalment per minvar els riscos. Per a cada una d'elles s'inclou una descripció dels elements que constitueixen la barrera, una relació dels seus efectes o causes i, finalment, un relació de bones pràctiques.

L'informe vol ser, sobretot, un suport a la revisió del plantejament d'un projecte d'integració. Al final, i seguint la mateixa línia, s'inclou una relació de les etapes recomanable per dur a terme un projecte d'aquest tipus.

Esperem que et sigui útil.

L'equip redactor

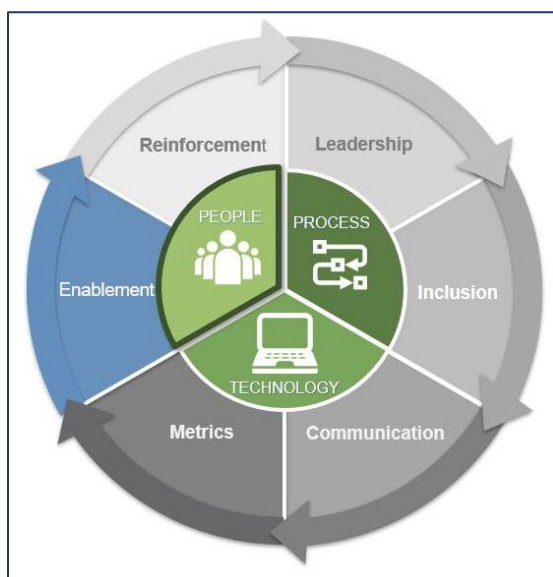


Il·lustració 1: Sistemes d'integració que poden intervenir en el cicle de vida de producte i de procés, segons Gartner 2017

1 Manca de recolzament explícit de la Direcció

1.1 Descripció

Les dinàmiques de desenvolupament i aplicació de qualsevol projecte en una empresa, solen estar molt influenciades per la importància que tingui per al màxim responsable de l'empresa.



Il·lustració 2: Recolzament explícit de la Direcció

1.2 Efectes

- És difícil seguir el compliment dels terminis d'execució degut a la interferència d'altres projectes, activitats o urgències. L'incompliment de la planificació afecta a l'interès i efectivitat del projecte.
- Poden aparèixer dificultats per aconseguir els recursos necessaris quan estava planificat, i en la quantitat prevista. I això provoca endarreriments en els terminis d'execució o en la qualitat del resultat del projecte.
- Qualsevol incidència o imprevist que apareix durant el desenvolupament del projecte provoca aturades o endarreriments que poden posar en qüestió la finalització del projecte.

1.3 Bones pràctiques

- Explicitar des de la Direcció la importància de l'èxit del projecte. I assegurar que el missatge arribi a tota l'organització, i que totes les àrees de la companyia i tots els treballadors es sentin part integrant d'aquest projecte.
- Posar com a responsable del projecte una persona amb autoritat reconeguda dins l'empresa i de plena confiança de la Direcció.
- Assegurar que pugui prendre les decisions amb fermesa i fer que s'executin.
- Fer el seguiment periòdic i marcar KPI's.

2 Riscos potencials no identificats

2.1 Descripció



Tot procés que implica un canvi, com el d'integrar Indústria 4.0, pot comportar haver d'afrontar una sèrie de riscos associats que, per assegurar l'èxit en la implantació, han d'haver estat identificats, i s'hauran d'haver planificat un conjunt d'accions de mitigació del risc si volem assegurar l'èxit en la implantació.

A continuació es mostren una sèrie de riscos associats i possibles causes associades a aquests riscos.

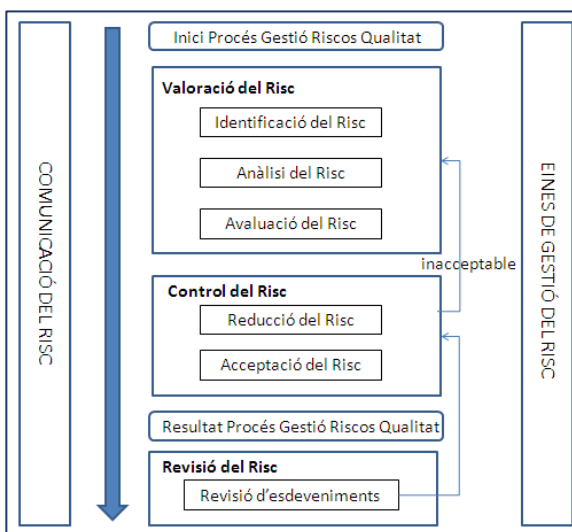
2.2 Riscos i possibles causes arrel associades

- Obsolescència de la tecnologia aportada.
 - Implantació poc àgil, en la que els terminis d'execució del projecte es dilaten.
- Manca d'integritat de les dades (data integrity).
 - Programari no validat que permet modificar dades de procés.
 - Connexió amb altres programes que deixen les dades al descobert.
- Personal poc qualificat per assegurar l'èxit.
 - Manca un pla de capacitació del personal i una avaluació de les seves competències, amb seguiment de l'eficàcia de la seva formació.
- Sobre costos associats als que no es poden fer front.
 - Manca d'una anàlisi econòmica rigorosa i realista.
 - Manca de finançament intern o extern.
 - Augment descontrolat del cost de les matèries primeres.
- Manca d'interoperabilitat entre tecnologies.
 - No s'ha fet una anàlisi previ de compatibilitat entre tecnologies.
 - Manca de subministrament de components clau (semiconductors, mp).
 - Problema mundial de subministrament de semiconductors.

- Proveïdors de serveis / implantació no solvents (startups?).
 - Manca l'anàlisi previ dels partners d'implantació per evidenciar que tenen els recursos i coneixements per assegurar l'èxit en la implantació.
- Aturada de projecte per falta d'implicació de la direcció.
 - Manca de comunicació interna del projecte, no s'entén el perquè ni el motiu ni l'abast del projecte.
- Proveïdors amb manca de "know how".
 - Manca l'anàlisi previ dels partners d'implantació per evidenciar que tenen els recursos i coneixements per assegurar l'èxit en la implantació.

2.3 Bones pràctiques

Hi ha varies metodologies a l'hora d'identificar riscos, valorar-los i proposar accions de mitigació del risc. En aquesta guia s'aconsella usar la metodologia AMFEC (Anàlisi Modal de Falles, Efectes i Causes).



Il·lustració 3: Procès de Gestió de Riscos

En els formularis AMFEC apareix una capçalera amb un conjunt de camps comú (veure figura 3):
Risc: Risc identificat que pot comprometre la integració

- Causa: Situació que provoca aquest risc.
- S: Severitat, valor numèric assignat per l'equip d'experts (CIDEM, 2000).

- P: Probabilitat, valor numèric assignat per l'equip d'experts (CIDEM, 2000).
- D: Capacitat de Detecció, valor numèric assignat per l'equip d'experts (CIDEM, 2000).
- RPN: Severitat, ($S \cdot P \cdot D$, valor numèric que correspon al producte d'aquestes tres variables).

Existeixen diferents llibres i manuals sobre la utilització del AMFEC. Un d'ells és CIDEM, 2000.

Conceptes a tenir en compte:

- Fer una anàlisi de riscos, AR. No és una tasca difícil si es compta amb un equip multidisciplinari i amb coneixements de distribució.
- AR no és una ciència exacta, el resultats poden presentar diferències en funció de l'equip que l'efectua.
- Els resultats han de ser consensuats i justificats.
- AR és una eina per identificar quins perills poden afectar a la integració i quines mesures poden reduir-los.
- AR és dinàmic, cal fer un seguiment / avaluació contínua.
- Hi ha varies eines per avaluar un risc, així com varies escales per valorar-lo.

A considerar:

- Una severitat alta no implica un risc alt si sabem com detectar-lo.
- Una severitat alta no implica un risc alt si sabem que té una probabilitat baixa.
- Una severitat baixa pot implicar un risc alt si no sabem com detectar-ho.

3 Incerteses

3.1 Descripció



La pròpia naturalesa de la gestió del canvi persegueix generar uns efectes positius i esperats sobre l'organització. Així, el desplegament de solucions a l'empresa implica canvis en les dinàmiques i

hauríem de poder mesurar els seu efectes, de manera que ens cal:

- Ser coneixedors de la situació actual de partida que tenim.
- Saber quin és el punt d'arribada on volem anar i en quin termini.

En molts casos tot acaba en l'adquisició de les tecnologies, però aquest és únicament el primer pas. Existeix un risc elevat de que les implementacions no tinguin els efectes esperats inicialment i es produeixin desviacions respecte als objectius previstos.

3.2 Efectes

- No tenir establerts, ni activats, indicadors associats als objectius esperats fàcilment genera incerteses i desorientació, i afavorirà que ens desviem davant del primer impediment o contratemps.
- No tenir clar cap a on anem o no mesurar l'evolució genera frustració en l'equip i augmenta les probabilitats de no assolir tot el potencial de la millora.
- Un cop es descontrola la situació, per poc que sigui, difícilment reconduïrem el projecte si no disposem de mesures de control i, fàcilment, no aconseguirem el ROI previst.
- Si disposem d'indicadors de seguiment i elements de control, els imprevistos són més fàcils de reconduir perquè es detecten abans. I també reduïm, de forma directa, el seu impacte en els costos.

3.3 Bones pràctiques

- Establir els objectius principals i identificar els indicadors (KPI) mínims i imprescindibles que ens comuniquin clarament quina evolució

estem tenint i fins a quin punt estem assolint els beneficis esperats.

- Definir una planificació, complementària als indicadors.
- Els indicadors han de ser: Específics, Mesurables, Assolibles, Rellevants i Temporals.
- Cal fer un seguiment periòdic, amb una freqüència adient per a cada projecte.
- Definir fites parcials que ens permetin tenir objectius assolits i ens donin sensació d'avanç.
- És important per l'equip reconèixer, viure i celebrar els reptes assolits, perquè ens carregui d'energia positiva.
- Establir mesures correctives per cada possibilitat de desviacions dels KPI.

4 Mancances en la documentació

4.1 Descripció



Especialment, en els projectes d'integració, apareix sovint la necessitat d'interaccionar amb d'altres aplicacions o integracions realitzades en el passat, o de dur a terme modificacions en alguna de

les parts existents.

Si aquestes integracions existents no s'han documentat adequadament, o ja no podem contar amb les persones que les van fer, es complica que puguin formar part d'un nou projecte d'integració i fàcilment queden obsoletes per operar en un entorn més actual i amb nous estàndards.

4.2 Efectes

- És important generar una documentació completa al dur a terme nous projectes i integracions. Això ens ajudarà a evitar el fracàs en projectes futurs, i a convertir en obsolets projectes i integracions operatives fins al present.

- La manca de disponibilitat de la documentació adient crea temors de cara a futures integracions.

4.3 Bones pràctiques

- Documentar de forma completa el projecte fet.
- Seguir els estàndards de documentació de l'empresa, incloent on s'emmagatzema la documentació.
- Mantenir al dia aquesta documentació.
- Fer un manteniment continuat de les integracions i adaptar-les als canvis que puguin aparèixer en els estàndards internacionals, per evitar que caiguin en desús o es tornin obsoletes.

5 Resistència al canvi

5.1 Descripció



La 4a revolució industrial conceptualitza un canvi en aspectes importants com:

- Societat. Recerca d'un equilibri més sostenible amb l'entorn i canvi en el model de treball.
- Empresa. Necessitat de nous models econòmics i de relació entre empreses.
- Tecnologia. Necessitat d'accés a noves eines de digitalització i automatització.

El desplegament de solucions a l'empresa implica dues variables importants:

- L'adquisició de solucions digitals que facilitaran la presa de decisions i l'automatització de procediments.
- Conduir el canvi cultural dins l'empresa per passar d'una organització matricial i jeràrquica a una enfocada a la millora contínua i orientada als objectius.

En moltes organitzacions hi ha una cultura no explícita del "confort". Molts càrrecs intermedis han assolit un estatus de confort que ja els està bé i no volen canviar, i ja hem dit que la digitalització no és només un canvi tecnològic,

sinó que és en si mateix un canvi de model organitzatiu.

És important tenir present que la simple adquisició de la tecnologia, sense contemplar la globalitat del problema, amb els canvis culturals i organitzatius que comporta la seva aplicació efectiva, no permetrà assolir els màxims objectius de millora.

5.2 Efectes

- L'enfoc dels projectes únicament per l'adquisició de tecnologia comporta la informatització de la ineficiència.



Il·lustració 4: Change Management Process

- El fet que les empreses majoritàriament no contemplin el canvi efectiu de l'organització, fa que els projectes es quedin sempre a mitges o que finalitzin amb una sèrie de "gaps" que fan que el projecte no aporti el valor desitjat.
- Exemples:
 - Si la informació flueix directament a la DG, quina funció han de tenir el quadres intermedis?
 - Si no facilitem la captura de idees de millora del personal, com motivar-los?
 - Com fer que els quadres de comandament siguin efectius a nivell de planta?

- La primera dificultat es pot trobar en la manca d'implicació de la direcció general i la falta de definició del projecte i dels objectius a assolir.

5.3 Bones pràctiques

- Identificar i prioritzar els eixos principals del projecte
- Determinar els grups de treball multidisciplinari que s'implicaran en el projecte:
 - Qui son els líders de canvi.
 - Objectius del grup, freqüència de reunions, eines de seguiment, responsabilitats.
 - Determinar el pla de comunicació intern sobre el projecte objectius/resultats.
- Treballar el factor de la resiliència en persones que la Direcció ha identificat "claus" pel desplegament del projecte estratègic.
- Pensar l'organització en termes de processos de negoci i no com tradicionalment es fa per departaments. Els líders del canvi han d'actuar transversalment.

Dur a terme un seguiment continuat de la marxa del projecte, incloent la seva supervisió per part de la direcció general.

6 Evolució ràpida de la tecnologia



6.1 Descripció

La tecnologia evoluciona ràpidament, i això és especialment rellevant en el cas de les noves tecnologies.

Com aconseguim allargar al màxim la inversió ja feta amb els nostres equips?

Com assegurem que, a la finalització del projecte, el que s'ha implementat no és ja obsolet?

6.2 Efectes

- Els nostres equips ens fan perdre competitivitat davant de la competència.

- Els nous productes que desenvolupem són, tecnològicament, poc avançats.

6.3 Bones pràctiques

- Cal elaborar un pla d'actualització d'equips. Cal comptar que és una tasca igual d'important com pot ser la de qualsevol manteniment preventiu.
- La Indústria 4.0 està molt lligada a les dades. I aquests es tracten amb ordinadors. Estem exposats a virus i/o codis maliciosos. Hem de conviure amb aquestes coses i hem de mantenir els nostres programaris actualitzats. No sempre es fàcil aquesta tasca ja que com hem dit abans no evolucionin al mateix ritme ordinadors i màquines. Però sempre es pot trobar un camí per portar les dues parts de la mà.
- Ús de protocols estandarditzats. OPC UA,... oberts, altament disponibles i segurs.
- Estudiar quina informació es desitja recollir per assegurar que es treballa amb les dades realment rellevants (Barrera 12).
- Si és una opció, a l'hora de pensar en la compra d'un equip, valorar la possibilitat de no comprar-lo i només pagar pel seu ús.

7 Manca de formació



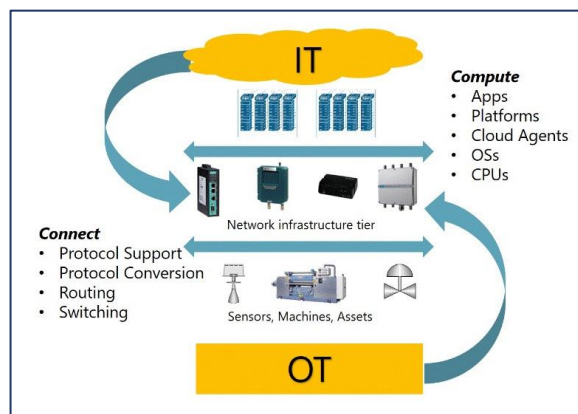
7.1 Descripció

En un projecte d'integració cal tenir explicitat quina experiència i competències requereix el nostre projecte d'integració.

Aquesta experiència i competències les hem de poder trobar en el conjunt format pel personal propi i el personal d'entitats col·laboradores.

7.2 Efectes

- Dificultat per veure o entendre el problema.
- Moltes vegades, especialment en grans corporacions, cada departament fa la "seua lluita" amb uns objectius clars per a ells però amb una visió atòmica, sense tenir en compte la solució integral de la companyia. Això pot



Il·lustració 5: IT - OT (Font: ARC Advisory Group)

provocar duplicitat de projectes, ineficiències en els processos, solucions difícilment mantenibles, falta d'estandardització,

- Manca de criteri per cercar la millor solució.
- Durant el desenvolupament o la implantació apareixen nombrosos imprevistos.
- Pèrdua d'autoritat i de confiança del responsable del projecte tant dins la seva àrea com dins l'empresa.
- Falta de cohesió en els diferents projectes que conformen el pla estratègic.

7.3 Bones pràctiques

- Assegurar-se de que entre el personal de cada departament implicat en el projecte, hi ha responsables amb coneixements prou amplis per disposar d'una visió de conjunt de les necessitats de l'empresa pel que es refereix al desenvolupament i resultats del projecte.
- En un projecte d'integració cal disposar de personal amb l'experiència i les competències tècniques necessàries. Aquesta experiència i competències les hem de poder trobar en el conjunt format per personal propi i personal d'entitats col·laboradores.
- Cal tenir definides quines competències volem tenir en el personal propi.
- I de quina experiència i competències esperem de les entitats col·laboradores, externes, que participen en el projecte.
- Disposar de plans de capacitació integral pel personal propi.

- Tenir un pla de substitució de les persones clau per si es produeix algun canvi no previst (baixes voluntàries, accident o malaltia,...)

8 Manca de coneixement i assessorament



Identificar els coneixements necessaris per l'èxit del projecte.

8.1 Descripció

Atenció!!! Moltes vegades ens deixem assessorar per algú que en sap més que nosaltres però no suficient per liderar el projecte – “En terra de cecs, el borni és rei”.

8.2 Efectes

- Les solucions aportades pel col·laborador extern no encaixen en la dinàmica i estratègia de la nostra empresa.
- Refús del col·laborador, i de les seves propostes, per part del personal propi.
- Les solucions aportades pel col·laborador extern es queden per sota del que esperàvem.

8.3 Bones pràctiques

- Detectar el col·laborador ideal que té els coneixements que ens calen, i que conegui bé el funcionament intern nostre.
- Establir les col·laboracions necessàries per garantir aquests coneixements i assegurar que té la motivació suficient.
- Establir sistema de seguiment per avaluar si l'assessorament i els resultats són els esperats i adients en cada moment.

9 Incertesa per establir aliances



9.1 Descripció

Justament per la novetat que suposa per l'organització o les oportunitats que poden aportar al mercat o al sector, pot ser necessari portar a terme aquests projectes en col·laboració amb tercers, bé sigui per la tecnologia, per les solucions en si o pels recursos econòmics necessaris.

La situació ens pot portar a treballar amb sectors que poden ser totalment aliens a la nostra activitat o no, i que també siguin en part competidors, i per tant, no sentir-nos còmodes en aquesta mena de relació.

Les aliances o cooperacions ens poden fer anar més ràpid i més lluny.

A considerar:

- La solució ens permet caminar sols, amb un proveïdor?
- És prou innovadora?
- Sabem d'altres mercats on s'estigui aplicant una solució similar? La competència?

9.2 Efectes

- Desenvolupar projectes exclusivament amb els recursos propis pot:
- Incrementar els nostres costos per la contractació de personal especialitzat sense estar segurs de la seva necessitat a mig termini.
- Alentir o allargar els temps de desenvolupament o, directament, aturar el projecte per manca d'experiència en l'aplicació de noves tecnologies.

9.3 Bones pràctiques:

- Previ a la implantació
 - Estar oberts a plantejar la possibilitat d'establir aliances o cooperacions per assegurar l'èxit en el projecte. Establir, en aquest cas, un document de col·laboració.

- Vigilància tecnològica.
- Contactes amb l'Administració que pot ajudar a establir vincles amb tercers.
- Durant la implantació
 - Mantenir vincle amb col·laboradors: seguiment periòdic de les col·laboracions, veient les aportacions que cada soci fa al projecte.

10 Costos dels canvis necessaris



10.1 Descripció

De forma general es pensa que la integració de sistemes dintre de la Indústria 4.0 pot suposar un cost elevat i no sempre controlat per

l'organització que tira endavant els projectes.

Això pot portar a que el període de retorn calculat per a les solucions no sigui el desitjable i per tant es decideixi no iniciar el projecte.

Tot s'ha de dir, cada cop els costos de la tecnologia són més assumibles i actualment hi ha ajuts de l'administració en forma de préstecs, subvencions, deduccions i/o bonificacions.

10.2 Efectes

- Desconeixement del preu real de la tecnologia.
- No comptar amb proveïdors de software ni de serveis associats de confiança.
- No estar alerta del que succeeix al mercat, especialment quan ens queda lluny de l'activitat habitual.

10.3 Bones pràctiques

- Previ a la implantació del projecte:
 - Fer una vigilància tecnològica del mercat.
 - Tenir clar què es vol.
 - Plantejar la solució en el seu conjunt o en subfases que tinguin sentit en el projecte com a solució final.

- Tractar amb més d'un proveïdor de solucions, escoltar que ens ofereixen i per què. No ens quedem amb el primer.
- Fer un estudi viabilitat financera, ROI. Amb diferents alternatives i tenint en compte, important, els recursos interns.
- Avaluar la necessitat de disposar de pla de contingència, en el cas de que els costos del projecte augmentin durant la seva implantació Això a més, pot minimitzar les conseqüències de successos no previstos, com per exemple l'encariment progressiu de determinades matèries primeres (p.e. semiconductors) o la disponibilitat de determinats materials o equips.
- Durant la implantació del projecte:
 - Fer seguiment periòdic del projecte, també des d'un punt de vista econòmic.
 - Plantejar sempre les alternatives amb la tecnologia que ho permeti, els proveïdors de tecnologia més adequats, etc. (no tenim per què ser captius).
 - Tenir present en el seguiment del projecte el context en el que ens movem: tarifes energètiques, problemes subministres mundials, escassetat de matèria primera,... per poder reaccionar a temps. Això ens farà revisar contínuament l'estudi de viabilitat financera, així com el nostre pla de contingència.

11 Implantació no estratègica.



11.1 Descripció

Donem per descomptat que l'empresa està aplicant una estratègia explícita.

Si el projecte d'integració forma part d'aquesta estratègia, és important que es reconegui, per part de tothom, que està alineat amb aquesta estratègia i amb quin nivell de prioritat.

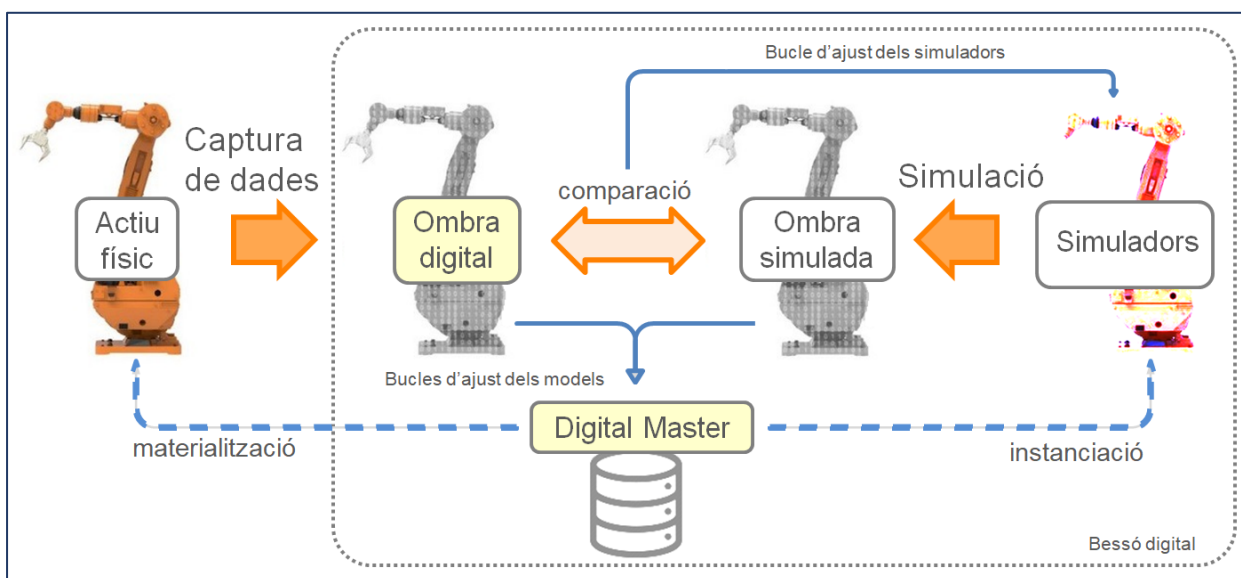
Si no està reconegut com inclòs en aquesta estratègia, i amb una prioritat prou alta, podem considerar que es tracta d'un projecte no estratègic i, difícilment obtindrà els recursos i els recolzaments necessaris per avançar.

Per tant, si en el seu moment no s'ha tingut en compte la necessitat d'aquest projecte, però més endavant es detecta la seva necessitat per dur a terme l'estratègia de l'empresa, caldrà reconèixer-lo com a estratègic i establir la seva prioritat.

11.2 Efectes

- Dificultats i retards per aconseguir el pressupost i els recursos necessaris.
- Costa d'aconseguir, dels altres equips de l'empresa, la col·laboració i la participació necessàries per dur a terme el projecte.

- Mostrar la necessitat i els riscos associats si no s'inclou aquest projecte dins del Pla Estratègic.
- Fer tasca de mentalització / evangelització. És a dir, explicar els objectius del projecte, què volem aconseguir, què ens aporta a la companyia i perquè és estratègic.
- Assegurar que el projecte ja està incorporat adequadament dins el Pla Estratègic.
- I que s'està portant a terme amb la prioritat que li correspon.
- Dimensionar bé els equips, d'acord amb la planificació prevista al Pla Estratègic, i amb rols i responsabilitats clarament definides



Il·lustració 6: Bessó Digital

- Manca de reconeixement dels esforços fets i desmotivació del personal que ho porta a terme.
- Sobrecàrrega dels equips pel desenvolupament d'un nombre massa gran de projectes, i impacte negatiu en el seu desenvolupament degut a que no s'han dimensionat bé els equips respecte a la càrrega de treball prevista en el Pla Estratègic (falta d'inversió?).

11.3 Bones pràctiques

- Identificar els líders i persones que tenen poder de decisió sobre l'estratègia.

12 Baixa interoperabilitat entre aplicacions

12.1 Descripció



Definim interoperabilitat com la capacitat de dos o més sistemes o components per intercanviar informació i utilitzar aquesta informació intercanviada.

També es pot definir com la capacitat de comunicació, que han de tenir tots i cadascun dels elements que componen el nostre

ecosistema industrial, que fa que les coses passin de forma ràpida i en temps real.

La interoperabilitat és imprescindible quan volem connectar els sistemes IT amb els OT amb l'objectiu de crear més valor.

Un dels elements clau en la implantació de la Indústria 4.0 és l'ús de bessons digitals (Digital Twins). Es tracta d'instruments amb capacitat de trencar barreres d'espai, de temps i de riscos. Es poden definir com una rèplica digital d'un sistema basada en simulacions, dades a temps real i també històriques, que amb models verificats i validats permet representar, comprendre i predir, escenaris del passat, el present i el futur, sincronitzada amb el sistema amb una freqüència i fidelitat especificades (veure el diagrama de la figura 4).

El Digital Twin (DT) es compon del Digital Master (DM), que inclou artefactes digitals com documents, plànols, models, etc., i del Digital Shadow (DS), que inclou les dades capturades (en general amb sensòrica, via IoT), això s'expressa amb l'equació $DT = DM + DS$.

La interoperabilitat és imprescindible per establir bessons digitals i sistemes complexos de AI / ML que ofereixin predicció.

12.2 Efectes

- Les organitzacions ja disposen de molts sistemes informàtics, productius i de gestió que moltes vegades estan inconnexos i que generen sitges d'informació per que no són capaços de comunicar-se o no els hem integrat adequadament a l'ecosistema, deixant de generar un potencial valor afegit i pèrdua de competitivitat.
- Pèrdua de temps per doble introducció de dades en diferents sistemes o informació desactualitzada o amb poca consistència, que genera soroll per la presa de decisions.

12.3 Bones pràctiques

- Establir el mapa de processos com a pas previ a la integració, per definir bé entre quines aplicacions hi ha interacció i com es salven / minimitzen la poca entesa entre app's.

- Buscar estàndards d'interoperabilitat: <https://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/Grupos-Trabajo/GT-Estandarizacion/Estandarizacion-interoperabilidad-Industria-4-0.pdf>
- Definir totes les interfícies interoperables possibles per facilitar la consulta o entrada de dades a temps real.
- Digitalitzar, en la mesura del possible, totes les dades per tal de que estiguin disponibles i accessibles des de qualsevol sistema que les pugui necessitar.

13 Mantenir i integrar equips i màquines antigues



Estudiar la viabilitat prèvia al projecte de si les màquines i equips que té l'empresa actualment poden donar resposta a les barreres d'integració 4.0. Sinó poden donar resposta cal tenir en compte que augmenten els costos associats.

Estudiar els costos de la seva integració i les limitacions en les prestacions funcionals un cop integrades.

13.1 Descripció

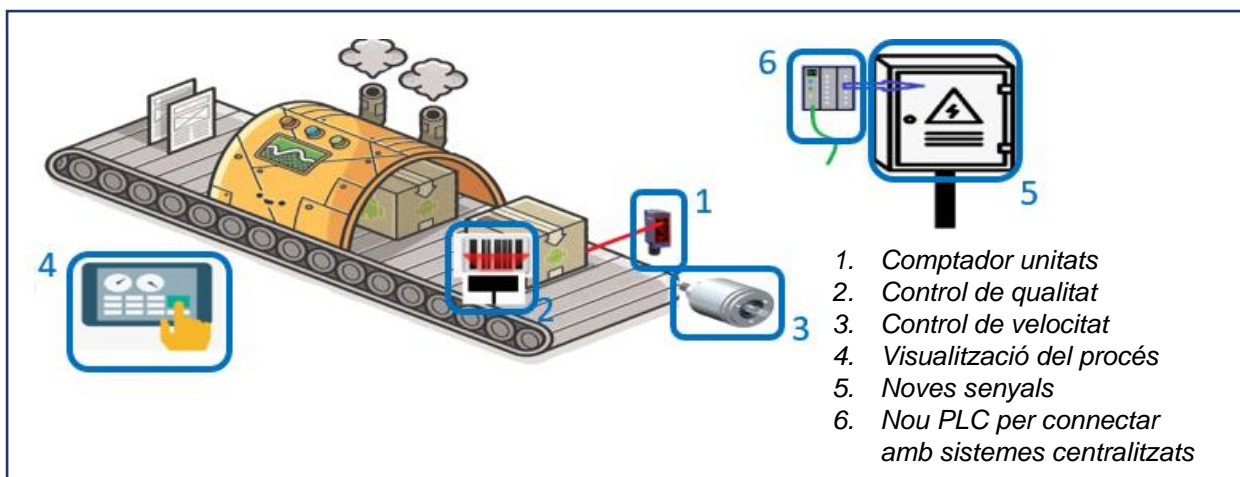
La Indústria 4.0 és la indústria de la connectivitat i la digitalització. Hi ha molta part d'informàtica inclosa als processos industrials.

Però aquí tenim una diferència de concepte temporal. La informàtica no avança al mateix ritme que les màquines:

- Un PC amb 10 anys és un element molt vell.
- Una màquina de producció amb 10 anys és una màquina gairebé nova.

13.2 Efectes

- Coexistència de màquines preparades per a la integració amb màquines sense capacitat per fer-ho.



Il·lustració 7: Equipar maquinaria antiga

- Queden illes productives de les que és difícil disposar de dades i no permeten realitzar una supervisió i control global.

13.3 Bones pràctiques

Això no ha de suposar un impediment per introduir la Indústria 4.0 a la nostra planta. No sempre caldrà una gran inversió per canviar totes les màquines.

- INDÚSTRIA 4.0 vol dir en gran mesura "CONNECTIVITAT", de màquines, sistemes software, dispositius físics, bessons digitals, ... La Internet de les coses trenca les barreres de connectivitat per definició, ja que el terme "coses" inclou dispositius, software, hardware i sistemes en general, incloent actius físics i bessons digitals. Els sistemes encastats (embedded systems), el IIoT i el edge computing, permeten convertir els actius físics en actius connectables.
- Bàsicament necessitem tots el elements connectats per treure dades i poder-los tractar en sistemes informatitzats.
- I això pot ser relativament fàcil amb una inversió "petita".

14 Bibliografia

- CIDEM. (2000). Eines bàsiques de la qualitat. AMFE (p. 27). CIDEM (Generalitat de Catalunya).
- Kroll, H., Copani, G., van de Velde, E., Simons, M., Horvat, D., Jäger, A., Wastyn, A., Pourabdollahian, G., & Naumanen, M. (2016). *An analysis of drivers, barriers and readiness factors of EU companies for adopting advanced manufacturing products and technologies*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/29e4d66e-dd4a-11e6-ad7c-01aa75ed71a1>
- Stentoft, J., Adsbøll Wickstrøm, K., Philipsen, K., & Haug, A. (2021). Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. *Production Planning and Control*, 32(10), 811-828.
- <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768318>