

Transició energètica. Projectes Pilots

Processos intensius en energia tèrmica a alta temperatura

(Carles Riba Romeva, juliol de 2020)

1. Objectius a assolir:

Algunes indústries requereixen grans quantitats d'energia tèrmica a alta temperatura que, avui dia, procedeix de la combustió dels combustibles fòssils i, cada vegada més, del gas fòssil. Solen ser aquelles que inclouen els processos per obtenir o transformar materials a partir de minerals, d'altres matèries primeres o de rebuig. Entre aquestes indústries hi ha les metal·lúrgiques, les ceràmiques (ciment, vidre, maons, rajoles) o les petroquímiques.

L'estadística ECESI (estadística del consum energètic del sector industrial) de l'ICAEN (Institut Català de l'Energia) posa de manifest que unes 200 empreses, especialment en els sectors indicats, consumeixen més del 71% de tota l'energia de la indústria que, alhora, és una part molt significativa del consum general d'energia del país.

Per tant, una de les accions més decidides que cal emprendre és la transició energètica en les indústries intensives en energia i, especialment, en els processos tèrmics a alta temperatura on, per descarbonitzar l'economia, cal substituir imperiosament els combustibles fòssils que avui dia són la base d'aquests processos. Es parteix de les següents consideracions:

- 1a. Experimentar en condicions operatives el pas de combustibles fòssils a energies renovables
- 1b. Transició progressiva que permeti la convivència del vell i el nou sistema.
- 1c. No perdre competitivitat
- 1d. Aprendre sobre el nou sistema per procedir a modificacions i ajustos.

A continuació s'analitzen diferents aspectes relacionats amb la transició energètica en els processos tèrmics a alta temperatura.

2. Condicionants del canvi de fonts energètiques:

La transició energètica i ambiental en la que estem immersos va molt més enllà d'una simple substitució de fonts primàries fòssils que emeten gasos d'efecte hivernacle, per fonts renovables lliures d'emissions.

Aquesta transició va associada a uns canvis en les característiques de les fonts primàries:

- 2a. Es passa de fonts d'estoc a la capçalera de l'itinerari energètic (carbó, petroli, gas fòssil) a fonts que depenen de fluxos intermitents i aleatoris (radiació solar, vents, corrents d'aigua)
- 2b. Disminueixen les fonts que proporcionen calor (carbó, petroli, gas fòssil) i augmenten les fonts que es converteixen en electricitat (fotovoltaica, eòlica, hidroelèctrica)
- 2c. Cal deixar d'usar fonts d'alta densitat energètica (carbó, petroli, gas fòssil) i confiar en les fonts menys intensives en energia (radiació solar, vents, corrents d'aigua)
- 2d. Finalment, es transita de fonts concentrades i llunyanes (carbó, petroli, gas fòssil, urani) a fonts distribuïdes, properes i de fàcil accés (radiació solar, vents, corrents d'aigua, biomassa)

Aquests quatre canvis en les característiques de les fonts primàries (físics, econòmics i geopolítics) obliguen a capgirar l'estructura del sistema energètic i la seva governança i, alhora que presenten alguns inconvenients, també obren noves possibilitats que cal aprofitar:

- 2e. Cal dissenyar el sistema perquè sigui lliure d'emissions. En obviar les transformacions termodinàmiques, esdevé molt més eficient: caldrà menys energia elèctrica que la energia tèrmica dels combustibles, especialment en tecnologies com la mobilitat elèctrica o la bomba de calor.

- 2f. Emmagatzematge massiu i gestió de la demanda.
- 2g. Possibilitat d'una gestió descentralitzada.

3. Alternatives de l'experiència pilot:

Avui dia, l'alternativa requereix un vector energètic polivalent que permeti transformar l'electricitat renovable distribuïda, intermitent i/o aleatòria en una font tèrmica d'alta temperatura gestionable seguint un itinerari energètic d'alt rendiment.

Per endegar una experiència pilot d'aquestes característiques hi ha tres aspectes essencials que cal considerar i que obren un cert nombre d'alternatives. Aquests aspectes són:

- Quin vector energètic?
- On generar-lo?
- Condicionants del seu ús
- Com gestionar l'experiència pilot
- Com finançar el projecte.

4. Quin vector energètic?

Estem parlat de transició energètica i de descarbonització dels processos; per tant, es tracta de substituir els combustibles fòssils (i, especialment, el gas fòssil, el més usat en aquest tipus de processos) per altres vectors lliures de carboni. Per tant, les alternatives se centren en:

- 4a. L'hidrogen renovable
- 4b. Altres gasos renovables procedents de residus o de biomassa

El vector que presenta més avantatges és l'hidrogen renovable: no depèn del subministrament de residus orgànics; produeix un gas més pur (menys contaminat per altres compostos); en la seva obtenció a partir de l'electròlisi de l'aigua, permet emmagatzemar l'oxigen i possibilita l'oxicombustió a baix cost (procés més eficient que evita la generació d'òxids nitrosos).

És un gran contrasentit la síntesi de metà a partir de l'hidrogen a fi d'aprofitar les conduccions de gas fòssil ja que en el procés es perd una part substancial de l'energia de l'hidrogen (un 40% o més) i, tot i que inicialment es captura el carboni, en la combustió final aquest retorna a l'atmosfera.

5. On generar-lo?

El vector primari es produeix en forma d'electricitat distribuïda (fotovoltaica, eòlica, hidroelèctrica) en una diversitat de localitzacions i el vector secundari (l'hidrogen) es consumeix de forma centralitzada en la planta industrial on hi ha el procés a alta temperatura.

Així, doncs, cal agrupar l'electricitat generada de forma distribuïda, transportar-la, transformar-la i emmagatzemar-la abans de la seva utilització. Aquestes són les operacions que cal realitzar; però, en aquest ordre? En quines localitzacions?

Cal assenyalar que aquests processos consumeixen una energia tèrmica molt elevada que implica generar una energia elèctrica no desdenyable. Per exemple: una indústria amb un consum de 200 GWh/any de gas fòssil i 50 GWh/any d'electricitat i uns rendiments en el transport de l'electricitat del 95% i en l'obtenció de l'hidrogen del 80%, requereix uns 325 GWh elèctrics en origen (fotovoltaics o eòlics) i, o bé disposar d'unes 410 ha (brutes) de captadors fotovoltaics o d'un parc d'uns 60 aerogeneradors de 2,5 MW de potència nominal cada un.

Les alternatives es poden resumir de la següent manera:

- 5a. Transportar l'energia elèctrica a través de la xarxa fins a peu de consum on hi ha l'electrolitzador i l'emmagatzematge d'hidrogen.

- 5b. Concentrar l'energia elèctrica on hi ha l'electrolitzador i l'emmagatzematge d'hidrogen. En aquesta alternativa, el transport de l'hidrogen es realitzaria de les següents formes:
- 5b1. En les primeres etapes de la transició, i mentre la producció d'hidrogen sigui petita, mesclat amb el gas fòssil a través de la seva xarxa de subministrament.
 - 5b2. Transportat en dipòsit sobre camió, ferrocarril o vaixell.
 - 5b3. En una xarxa de canonades específica per al transport d'hidrogen.

Com s'ha argumentat anteriorment, és un contrasentit sinteritzar metà a partir de l'hidrogen amb l'únic objecte d'aprofitar les conduccions de gas fòssil. En l'etapa de transició, és energèticament molt més eficient barrejar els dos gasos.

Entre les alternatives anteriors (5a i 5b), la primera permet una flexibilitat molt més alta en l'ús de l'hidrogen, tot i que implica una gestió més gran per part de l'empresa consumidora.

6. Condicionants del seu ús

En l'etapa de l'experiència pilot cal valorar els següents aspectes de la introducció de l'hidrogen en els processos tèrmics d'alta temperatura:

- 6a. *Introducció progressiva.* És impensable passar de cop del procés de combustió amb gas fòssil al procés amb hidrogen: tant per la incapacitat de disposar de suficient hidrogen renovable en les primeres etapes de la transició com pel risc de fer un canvi d'aquesta naturalesa sense una experimentació prèvia. Per tant, cal fer compatible el procés actual amb la introducció progressiva de l'hidrogen com a combustible. La mescla de l'hidrogen amb gas fòssil cobreix aquests dos aspectes (així ho permeten les alternatives 5a i 5b). Es podria començar amb un electrolitzador d'1 a 5 MW (la potència del gas en l'exemple és d'uns 25 MW)
- 6b. *Flexibilitat en l'ús.* Disposar de l'hidrogen a peu de fàbrica permet experimentar separatament en diferents processos de combustió i modular les proporcions de la mescla amb el gas fòssil. Aquestes condicions es donen si es disposa de magatzem d'hidrogen a peu de procés (opcions 5a i 5b2), però no si l'hidrogen arriba mesclat amb el gas fòssil (5ba).
- 6c. *Oxicombustió.* El procés de combustió de l'hidrogen (o de la mescla d'hidrogen i gas fòssil) amb l'oxigen com a comburent (oxicombustió) és molt més eficient que amb l'aire i, a més, evita la formació d'òxids de nitrogen a altes temperatures. Disposar de l'electrolitzador a peu de procés permet l'aprofitament de l'oxigen que resulta (quasi sense cost) de l'electròlisi de l'aigua per obtenir l'hidrogen. Aquest és un subproducte interessant de l'alternativa 5a.
- 6d. *Condicionants externs i inversions.* Un altre aspecte important d'una experiència pilot en l'etapa de transició és evitar (en el possible) condicionants externs que depenen de les administracions o d'altres empreses o d'inversions excessives. En aquest sentit, l'alternativa 5a inclou tot el sistema d'hidrogen a peu de procés i l'únic condicionant exterior pot ser un augment de la potència elèctrica i de contractes tipus PPA. Tampoc hi ha més inversions en infraestructures que les relacionades amb l'hidrogen a l'interior de la fàbrica.

El desgranament dels punts anteriors mostren que l'alternativa que cobreix millor els condicionants anteriors, especialment en l'etapa de transició, és la 5a.

7. Com gestionar l'experiència pilot?

Un cop s'ha focalitzat sobre l'alternativa 5a, la gestió del sistema d'hidrogen pot ser realitzat de les següents formes:

- 7a. Exclusivament pel personal de l'empresa consumidora
- 7b. Gestió subcontractada a una empresa especialitzada
- 7c. Un equip mixt entre l'empresa consumidora i una empresa especialitzada i l'administració.

Atès el caràcter d'experiència pilot, probablement, l'opció més raonable és la darrera.

8. Com finançar el projecte?

Les empreses que inicien aquestes experiències pilot tenen l'avantatge d'avançar-se a un canvi necessari, però també tenen els desavantatges d'incórrer en riscos i sobre costos que després beneficiaran al conjunt del sistema productiu.

Els dos sobre costos que cal tenir en compte en el finançament d'aquests projectes són:

- 8a. Les inversions en les noves instal·lacions (nova escamesa, electrolitzador, magatzem d'hidrogen, cremadors, costos de personal, etc.)
- 8b. El cost actual de l'hidrogen renovable, encara sensiblement superior al del gas fòssil.

Els eventuals ajuts públics haurien de compensar els sobre costos econòmics de les empreses que iniciïn experiències pilot. En contraprestació, les empreses haurien d'acceptar compartir els resultats de caràcter general sobre l'ús de l'hidrogen en els processos tèrmics intensius en energia.

Tanmateix, aquestes empreses tindrien el dret de patent sobre les solucions en els processos o en els dispositius que s'hagin desenvolupat durant l'experiència.