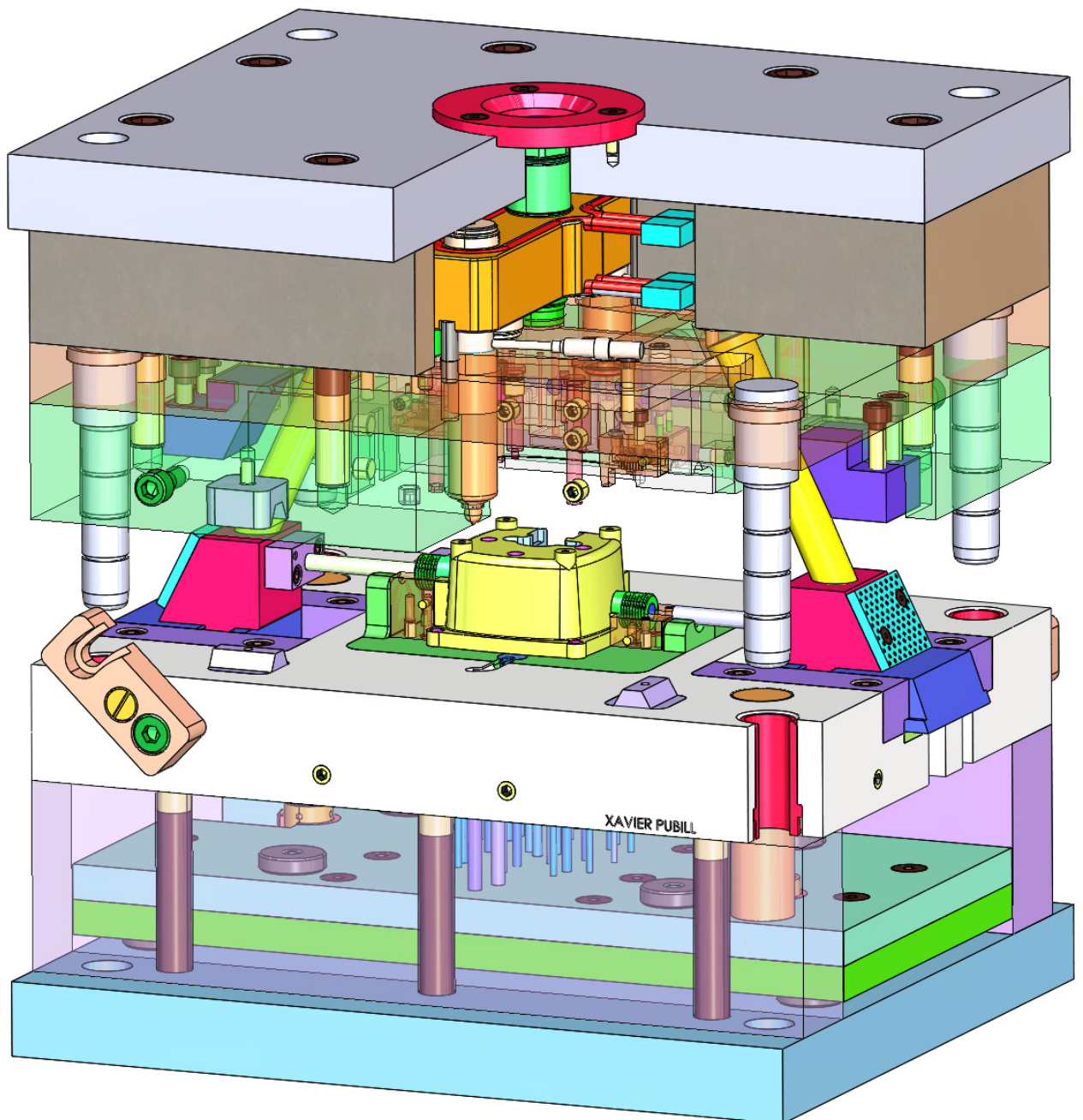
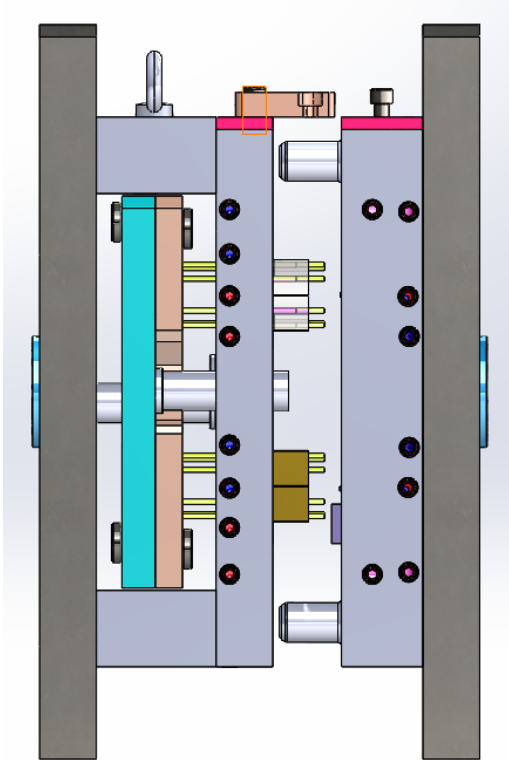


1 EL MOTLLO



1.1 Les parts del motllo.



Entenem com a motllo, la combinació de diferents plaques i elements que tenen com a finalitat crear un forat que anomenem CAVITAT, on s'injectarà el material. Disposarà dels elements necessaris per poder expulsar la peça obtinguda un cop el material s'ha refredat i així per poder repetir el cicle.

Les parts principals son,

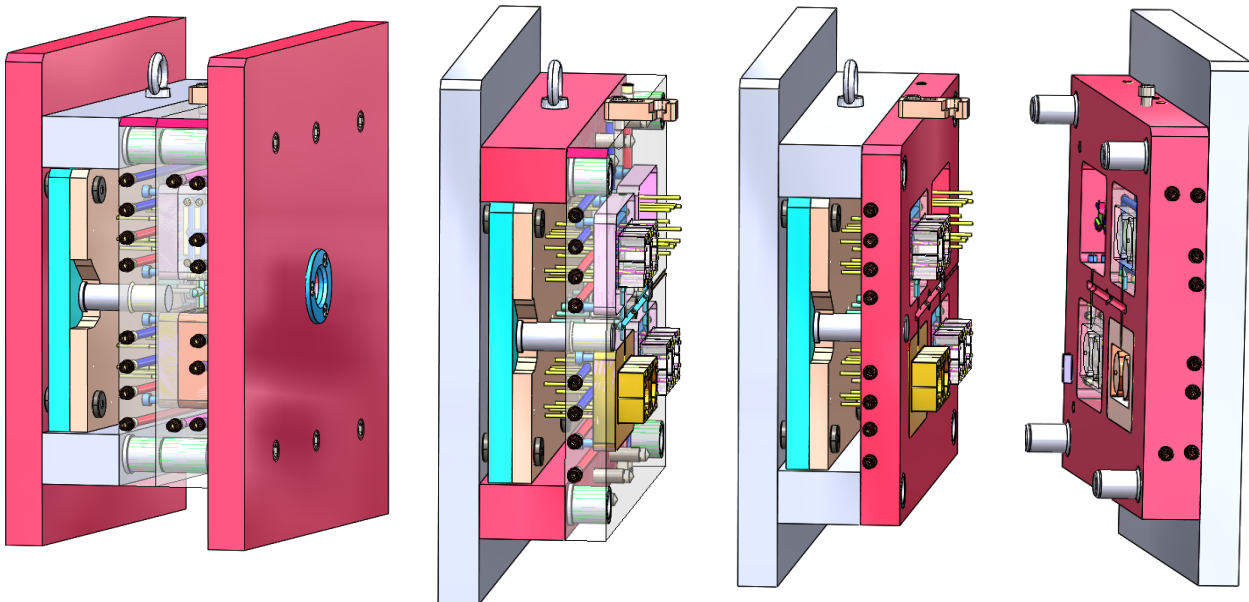
- Plaques de subjecció, amb el seu disc centrador
- Plaques principals o plaques porta postissos de cavitat i nucli.
- Blocs separadors
- Conjunt plaques porta expulsors, Expulsors
- Sistema de guiat, columnes i els seus casquets.

El conjunt "motllo" es pot comprar prefabricat a diferents fabricants , HASCO, DMF, MEUSBURGER, IMMACISA ,etc. nosaltres sols haurem de "personalitzar" les plaques afegint les cavitats, postissos, expulsors, refrigeració , etc.

https://youtu.be/mESqD_jHkW0

1.1.1 Plaques principals

A la majoria dels motllos no cal fer ús d'elements extraordinaris, amb les següents plaques ja podem produir peces,



Plaques de subjecció

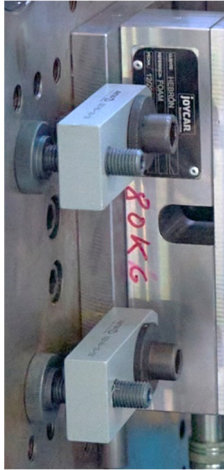
Blocs separadors

Placa cavitat-nucli

Pl. cavitat – nucli

Aquests elements estan normalitzats, i molts fabricants els ofereixen amb les mateixes mesures. Podrem escollir-les amb diferents qualitats d'acer i toleràncies.

Plaques de subjecció



Tenen per finalitat la subjecció del conjunt a la màquina, també son el suport de la resta de peces que estan al seu costat del pla de partició. Les dimensions d'aquestes plaques determinaran si el motllo pot entrar entre les columnes d'una màquina d'injecció. Les dimensions de les plaques de subjecció depenen de la placa de cavitats.

En alguns casos la placa incrementa la longitud amb uns 100 mm, per poder subjectar el motllo lateralment a la màquina. En alguns casos podem subjectar el motllo per cargols interiors i per tant no serà necessari l'increment.

La subjecció es pot realitzar amb un sistema d'embridat estàndard similar al que podem utilitzar a la fresadora, a la fotografia veiem el cargol posterior per anivellar la brida i el cargol Allen amb volandera per fer la força de subjecció.

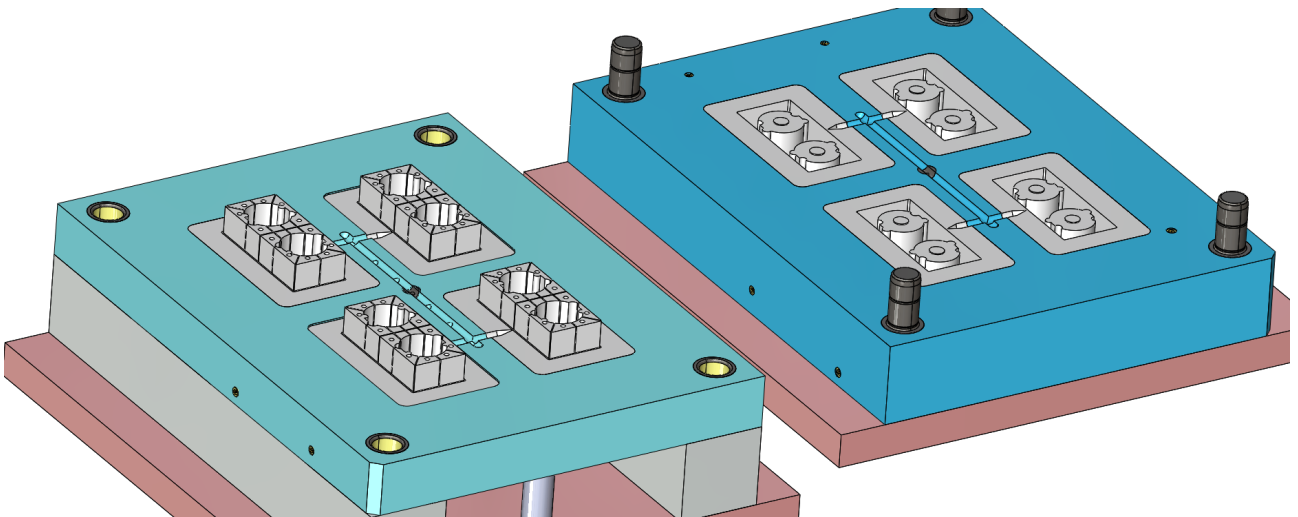
Blocs separadors.

Serveixen per donar un espai lliure de moviments a les plaques que porten als expulsors. Al no tenir cap funció més que la de separació el seu acer és molt bàsic, és una peça normalitzada i les seves dimensions ja les tenim definides als catàlegs. Dimensions,



- Longitud coincidirà amb una de les dimensions de la placa principal del motllo.
- Amplada, els dos blocs deixaran un espai de ± 6 mm vers l'ample de les plaques porta expulsors per permetre un moviment lliure de les plaques.
- Alçada, tenim diverses alçades per escollir, Per exemple, 56,76,96,116, mm, l'alçada escollida dependrà de la combinació de dos factors,
 - Dels gruixos de PL porta expulsors i PL empenyedora, per exemple , $17+22$ mm= 39 mm
 - Del recorregut que volem que tinguin els expulsors, que dependrà del gruix de la peça.

Placa porta cavitats, Placa porta nuclis, Placa porta postissos



Molts noms per a la mateixa placa, que de fet son dos, una estarà situada a la part estàtica del motllo i l'altra a la part mòbil. En aquestes plaques es trobaran les cavitats que s'ompliran de material fos. Tenim dos possibilitats,

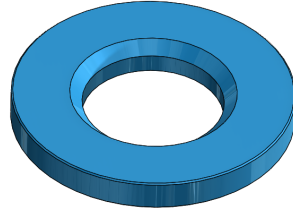
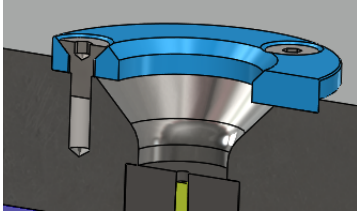
- Els forats estan realitzat directament a les plaques
- Els forats estan en unes peces anomenades postissos, i els postissos estaran subjectats a les plaques.

El sistema de refrigeració passarà per dins d'aquestes plaques i entrarà als postissos.

El pla que separa les dos plaques s'anomena superfície de separació o línia de partició. Aquesta superfície no té perquè ser una superfície plana. Veurem més detalls al capítol *la peça i la seva cavitat*. (Pag. 28)

Anell centrador.

Està a les dos plaques de subjecció, té un diàmetre de 60 a 100 mm en funció de la grandària de la màquina. Tenim amb o sense forat central per poder personalitzar-lo. El gruix del disc serà de 8 a 18 mm.



Entra uns 4-6 mm en una caixa de la placa de subjecció i es subjecta amb 3 cargols de M5 a M8 de tipus avellanat. Aquest disc amb combinació dels cargols de subjecció deixa al motlle posicionat a la placa de la màquina.

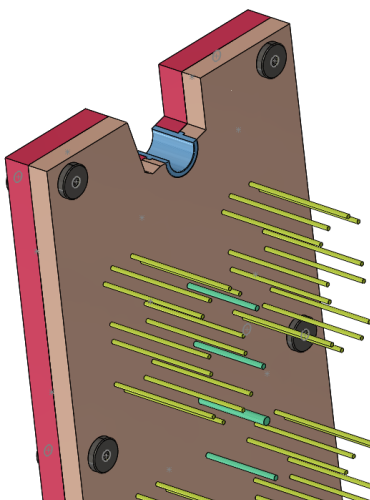
Qui marca aquesta mesura és el forat de les plaques de subjecció de la màquina d'injecció. Serveix per posicionar centrat el motlle amb l'eix d'injecció de la màquina.

1.1.2 Subconjunt expulsor

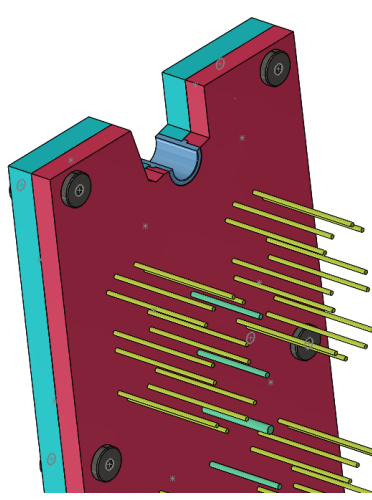
El sistema expulsors està format per dos plaques i els expulsors. La unió de les plaques permet subjectar el cap dels expulsors. Aquestes plaques "floten" entre els blocs separadors gràcies al guiatge de les seves columnes.

- En motllos petits
 - Al obrir, les plaques es mouen al xocar un cargol de les plaques contra el final de recorregut de la màquina en la seva apertura, el que provoca l'acció d'expulsió.
 - Al tancar, una columna anomenada empenyedora fa retrocedir les plaques i els expulsors s'amaguen.
- En motllos grans el moviment el genera un cilindre hidràulic que està subjectat a la placa empenyedora, el conjunt de plaques està guiat per una columna estàtica i un casquets com el que podem veure a les imatges.

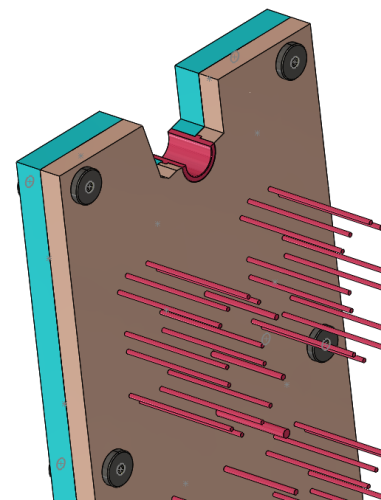
Les plaques disposen d'uns topalls de recorregut que limiten la posició dels expulsors i eviten xocs de plaques. <https://youtu.be/ynXLtbNdLhg>



Placa empenyedora



Placa porta expulsors



Expulsors

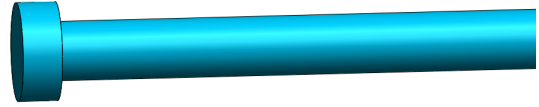
Les dimensions generals de les plaques depenen de la dimensió del motlle, els gruixos més usuals són de 17 i 22 mm respectivament.

1.1.3 Expulsors

Formen part del sistema expulsor, són de gran importància per al funcionament del motllo. A la majoria dels casos els expulsors tenen una geometria cilíndrica, tot i que si s'escau li donarem la forma que calgui per adaptar-los a la peça.

Les seves parts son,

- Cap, cilíndric,
 - Amb antigir si la punta té forma
- Canya, cilíndrica, rectangular...
- Punta, que pot ser,
 - Cilíndrica i plana.
 - Cilíndrica i adaptada a la superfície de la peça.
 - Amb diverses geometries



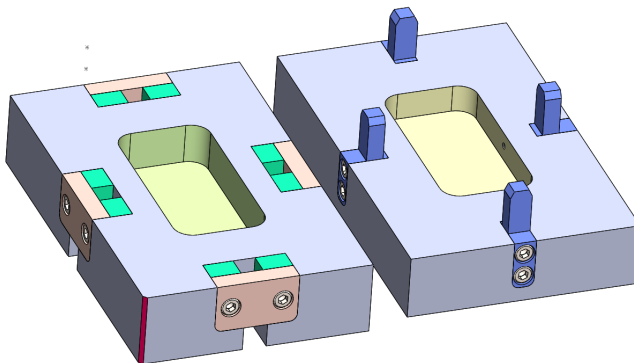
Tipus d'expulsors: de peça, de colada, de retenidor colada... cadascun té una finalitat concreta, (ho indica el seu nom...)

En el moment que el motllo està tancat els expulsors estan retirats i enrasats amb la superfície de la cavitat, si la seva posició no és exacte deixaran una marca a la peça.

Per facilitat d'elaboració intentarem que coincideixin sempre en superfícies planes i en cares ocultes de la peça, si podem tots al mateix pla. Si no coincideixen en una cara plana caldrà afegir un antigir al cap de l'expulsor

1.1.4 Altres elements que podem trobar

1.1.4.1 Centradors laterals

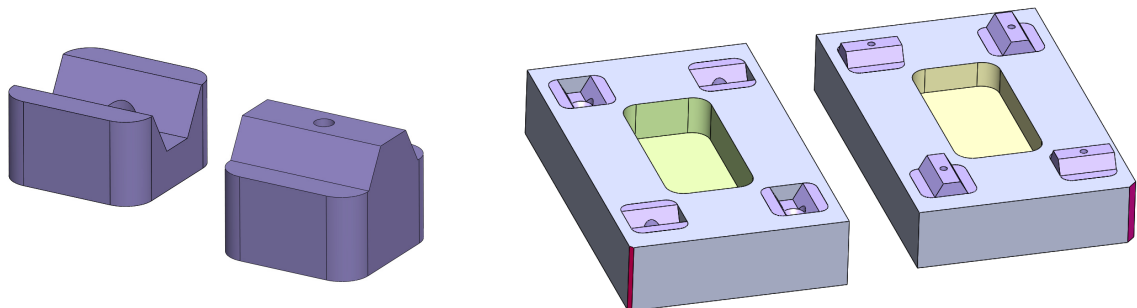


En alguns motllos per facilitar el posicionament de les plaques, el seu guiatge i el centrat podem instal·lar petites "columnes guia" en els laterals,

El xamfrà que tenen permet un posicionament al entrar i el seu ajust fi permet que les plaques quedin correctament posicionades.

Aquest sistema ajuda a un ajust final.

1.1.4.2 Centradors



Permeten l'ajustatge i posicionament final en el moment de tancar el motllo, es posicionen respecte als dos eixos per parelles. El muntatge es enrasat respecte a la superfície de separació del motllo. Disposem de models prismàtics i cònics, sent els cònics els més fàcils d'implementar.

1.1.4.3 Plaques aïllants tèrmiques.

Son plaques que es posen per reduir la transmissió del calor del motllo a la màquina o de unes plaques a altres. Són d'un polímer que admet elevades càrregues de compressió, fins als 600 N/mm², resisteixen fins a 200-230 °C amb una conductivitat tèrmica aproximada de 0.18 W/mk, sent la conductivitat de l'acer de 50.2 W/mk. Aquestes plaques són molt útils en els casos de motllos de colada calenta on tenim de manera mantinguda un bloc de colada a temperatures de 180 a 300 °C segons el polímer a injectar.

1.2 Guiat del motllo

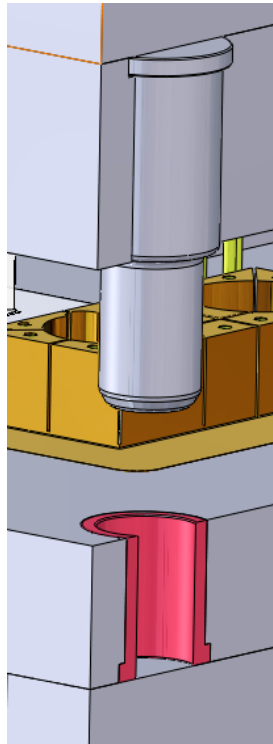
Les dos parts del motllo s'han de trobar en el moment del tancament perfectament alineades, per aconseguir que les dos parts de la cavitat tanquin correctament. Això no ha de dependre sols de les guies de la màquina d'injecció, per tant afegirem un sistema de guiatge a les plaques del motllo format per columnes i casquets, o altres sistemes de posicionament.

Per mantenir alineades les dos parts del motllo aquets pot portar un sistema de guiat format per 4 columnes i els seus casquets. En funció del pressupost aplicarem diferents solucions constructives i de qualitat de materials.

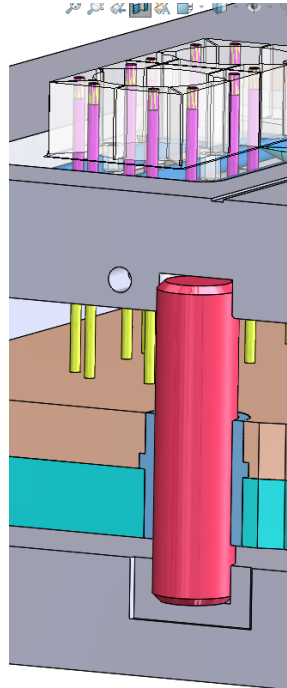
Pel que fa a les columnes les principals variacions son respecte al seu sistema de subjecció al motllo. A continuació veiem les columnes per al motllo i columnes per al guiat de les plaques porta expulsors.



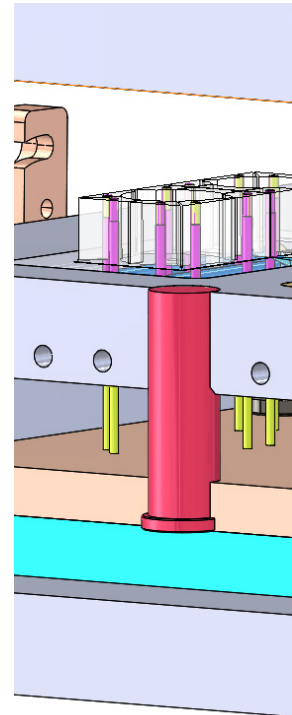
Columna



Casquet



Guiat de S. expulsió



Guiat de S. Expulsió

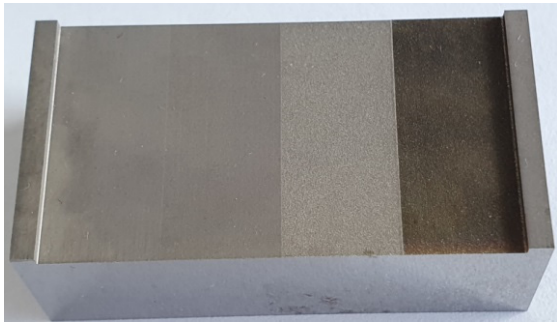
El sistema de guiat per a la placa porta expulsors de la dreta sols s'aplicarà en motllos petits, de curta tirada i on vol reduir al màxim les despeses de construcció, podem veure que la columna empenyedora no té casquet.

Mecanització dels forats a les plaques.

Les mecanitzacions poden tenir dos parts,

- La d'un forat passant que podem fer amb una màquina de fil, on s'ajustarà el serratge amb la peça
- La d'un caixera per a la retenció de la peça. Que es realitzarà en un centre de mecanitzat amb un fressolí.

En alguns casos sols caldrà fer el forat passant i per tant amb una màquina de fil podrem fer les mecanitzacions. Una màquina de fil, com coneixem col·loquialment a la màquina d'electroerosió per fil permet fer mecanitzacions amb la precisió necessària per que no calgui fer cap operació posterior.



Podem veure a continuació els diferents acabats que dona el fil segons el nombre de passades.

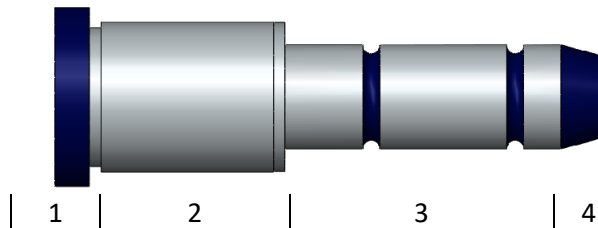
Per aconseguir que la mecanització tingui prou precisió i la rugositat necessària per realitzar correctament el serratge amb la columna farem 3-4 passades. A cada passada reduïrem la intensitat i l'offset aconseguint reduir la rugositat. Parlarem amb més detall al capítol de mecanitzat. (Pàg. 119)

4,3,2,1 passades de fil (FANUC)

1.2.1 Columnes

Les columnes tenen les següents seccions,

- 1) Subjecció, mitjançant una zona de major diàmetre que coincidirà amb una caixa d'una de les plaques, evita que la columna pugui sortir amb el moviment.
- 2) Posicionament, zona de major diàmetre que la resta de la columna, que coincidirà amb el diàmetre exterior del casquet. La columna queda clavada per serratge amb la placa. Tolerància aproximada k6
- 3) Guia, zona de la columna per on lliscarà el casquet que està en la part contrària del motllo. Tolerància aproximada g6
- 4) Entrada, zona cònica amb un petit radi a la punta que ajuda a la columna en el moment d'entrar al casquet



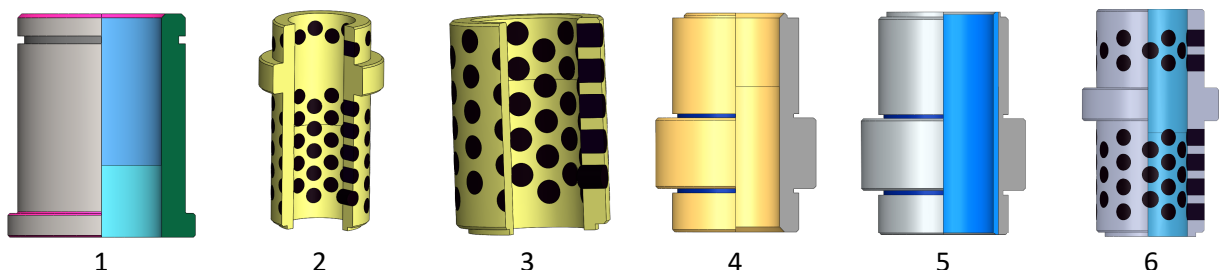
Per facilitar la lubrificació tenen unes ranures a la zona 3, que permet "emmagatzemar" greix de lubrificació. La seva duresa serà 55 HRC.

Vols repassar les toleràncies? Mirà la (pàg. 113)

Columnes per a casquets de boles, En aquests casos la columna no pot tenir les ranures per al greix, per tant, seran llises. Podran tenir cap o no, segons les nostres necessitats.

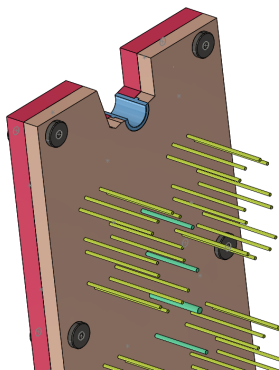
1.2.2 Casquet

És el company inseparable de la columna, junts permeten un moviment del conjunt sense desgast de les parts principals. Hi ha molts tipus de casquets en funció del tipus de moviment, velocitat, nombre de repeticions per minut, vida útil...

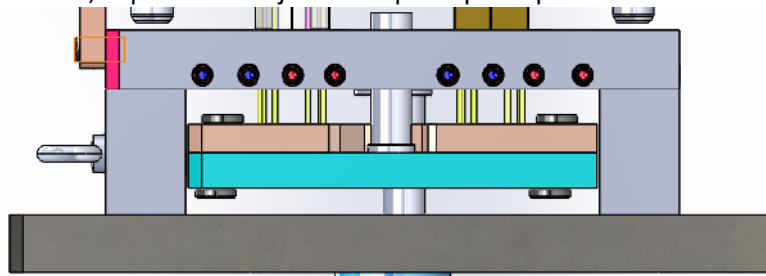


- 2,3,4. Son de bronze, s'utilitzen en casos que el motllo rebi cops moderats, i forces mitjanes.
- 2,3,6, Disposen de nuclis de grafit, que s'anirà desgastant i donarà lubrificació a la columna
- 1, Disposa d'una ranura per a anell elàstic per assegurar-lo en una placa
- 2,4,5,6, Per subjectar el casquet caldrà dos plaques
- 3, La subjecció serà per serratge en una única placa.

1.3 Guiat del sistema expulsor.



En el capítol inicial d'aquest llibre ja vàrem parlar del sistema expulsor, és un conjunt que porta els expulsors, està situat entre dos blocs separadors, la placa de subjecció i la placa porta postissos.



Per facilitar el funcionament situarem una columna entre les dues plaques i donarem un casquet a les plaques porta expulsors.

En motllos petits o de baix pressupost les plaques poden anar guiades pel que es coneix com a columna empenyedora, es tracta d'una columna que en el moment de tancar-se el motllo és el primer element que entra en contacte, salvant als expulsors, a continuació a mesura que el motllo es tanca la placa porta expulsors retrocedeix.

1.3.1 Columnes

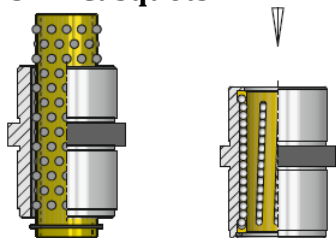
Tenim diversos tipus, amb cap, sense o amb forat roscat. El primer model necessitarà de dos plaques per subjectar la columna. Al tercer cas amb una sola placa i un cargol la columna quedarà agafada.



Acostumem a introduir la columna en un forat de la següent placa per donar-li un segon recolzament i evitar flexions. També existeix la possibilitat de que la columna quedi agafada entre dos plaques.



1.3.2 Casquets

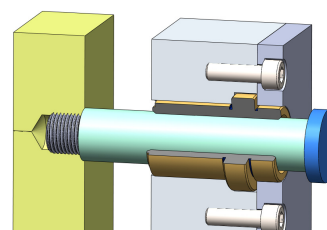


Mitjançant les boles aconseguim,

- Màxima precisió, reducció del desgast,
- Si utilitzem boles en gavià tenim,
- Major capacitat de càrrega.
- Reducció del joc casquet columnes gràcies a la precàrrega.

1.3.3 TGM – Columna de cargol

El TGM és un "cargol" que sols està roscat a la punta, amb un mètric inferior que la canya, que li permet tenir una zona de recolzament. Ens permet obtenir fàcilment una columna de guiatge també ens dona limitacions de recorregut per a la placa.



1.4 Selecció de la dimensió del motllo

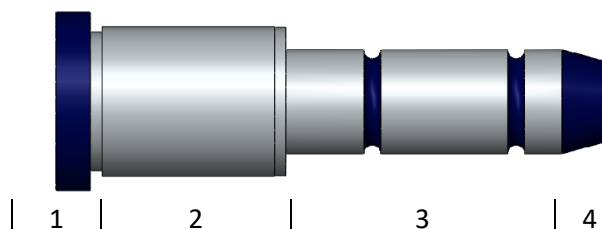
El primer pas per iniciar el procés de disseny d'un motllo és saber el nombre de cavitats i l'espai que deixarem entre elles. De moment, com a primera aproximació deixarem uns 40-60 mm entre parets dels postissos de les cavitats. També tindrem en compte la grandària que tindrà el postís o la cavitat. Si treballem amb postissos recomano deixar de moment uns 30 mm al voltant de la cavitat per poder situar els cargols de subjecció. Si mirem els catàlegs dels fabricants tenim les següents dimensions de les plaques principals del motllo. Segons Hasco,

	95	130	15	196	246	296	346	396	446	496	546	596	646	696	796	896	996
95																	
100																	
156																	
190																	
218																	
246																	
296																	
346																	
396																	
446																	
496																	
546					xxx												
596																	
646					xxx, Aquest seria un motllo de 246 x 546 mm												
696																	
476																	
796																	

Un cop tenim les dimensions exteriors, procedirem a seleccionar els gruixos de les plaques, hem de tenir en compte que no tots els motllos porten totes les plaques i que sempre podrem fer dissenys a mida especial. Les dimensions més usuals son,

Placa	17	22	27	36	46	56	66	76	86	96	116	136
Pl. Subjecció amb ales												
Pl. Subjecció fixa												
Pl. Cavitats o porta postissos												
Pl. Separadora												
Blocs Separadors												
Placa Porta Expulsors												
Placa empenyedora												

Tindrem en compte que els gruixos depenen molt de les dimensions exteriors del motllo, en motllos petits tindrem altres gruixos disponibles. Els gruixos indicats tenen la seva importància i la seva raó de ser... coincidirán amb les dimensions d'altres elements normalitzats del motllo. Per exemple,



La zona 1+2 estarà allotjada dins d'una placa principal. Les dimensions normalitzades de 1+2 son,

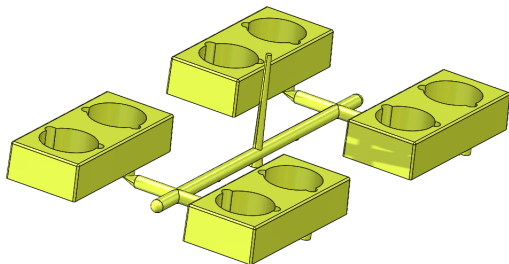
9, 12, 17, 22, 27, 36, 46, 56, 66

↳ Mira la taula anterior i veuràs com pots trobar els gruixos de placa indicats per a les Plaques principals o porta postissos.

1.5 Motllos segons la colada

1.5.1 Motllos de colada freda.

En aquests tipus de motllo el polímer es reparteix a través del motllo per una canal situada entre les plaques de tancament. Un cop refredat, en obrir-se el motllo, apareixen les peces i un tub de material



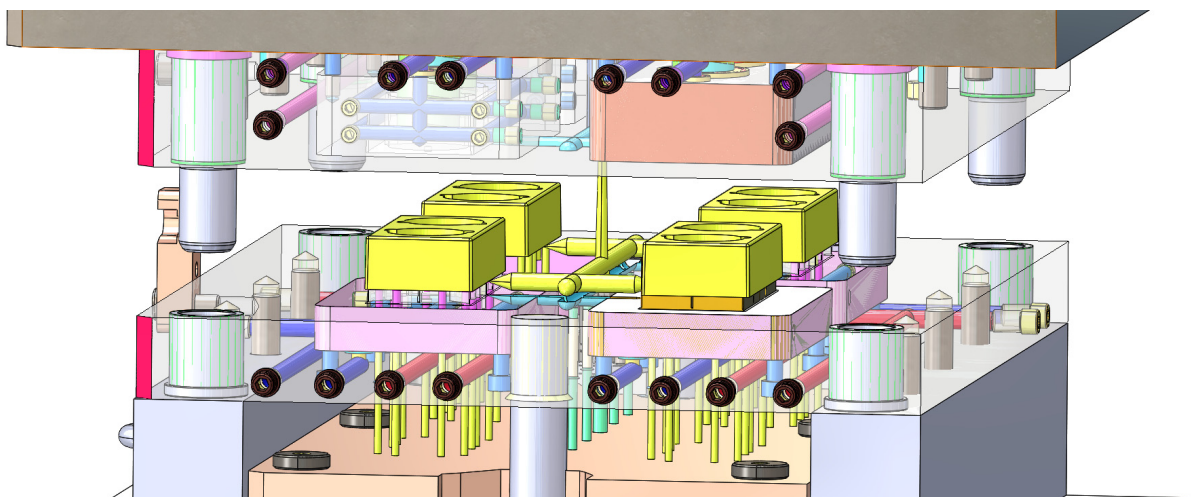
que les uneix. Aquest tub de material podrà ser triturat i tornat a ser utilitzat per fer noves peces.

Son els motllos més barats, però si la peça és molt petita el volum de restes provoca un % elevat de sobre cost a tenir en compte. Per exemple per fer taps d'ampolla no seria l'opció més adient.

La canal de colada freda està definida per,

<https://youtu.be/rMUhfJiPMCM>

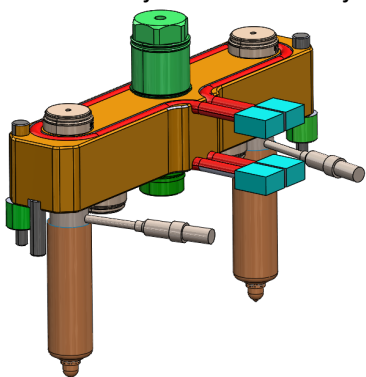
- Entrada, de geometria cònica, (generada per l'abeurador)
- Canals, (de perfil rodó si pot ser, i dimensió en funció del polímer i camí a recórrer)
- Retenidor de colada (que agafa la colada)
- Retenidor de gota freda (un cul de sac al final dels trams rectes)
- Entrada a la cavitat (directa, submergida...)



En aquest motllo, de 4 cavitats, en el moment de l'apertura i expulsió apareixen les peces i la seva colada

1.5.2 Motllos de colada Calenta

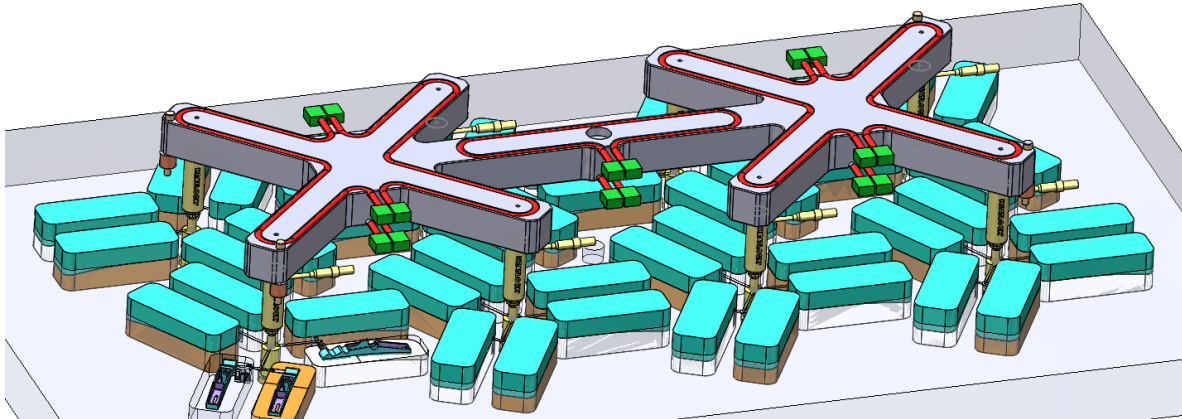
En aquest tipus de motllo la colada es manté calenta en uns conductes que disposen d'un injector directe a la cavitat d'inyecció. Permet injectar peces sense residus.



Podem saber si una peça s'ha injectat amb aquest sistema gràcies a una petita senyal situada al damunt de la peça, centrada normalment, que podem veure amb facilitat. El bloc de colada incorpora unes resistències (representades de color vermell) que escalfen el bloc a la temperatura de treball. A les puntes dels blocs tenim el conjunt injector, format per un conducte amb resistències d'escalfament, injector i sistema d'accionament del sistema injector.



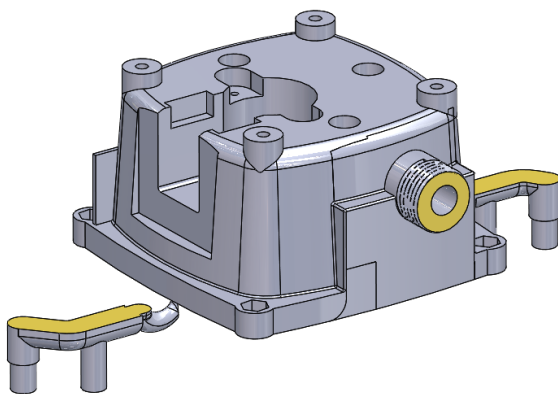
En aquest motllo tenim un bloc de 8 sortides que dona material a 6 cavitats per injector.



- El bloc posiciona als injectors en una matriu rectangular amb una simetria
- Les cavitats estan posicionades per matriu circular
- Les cavitats estan per parelles, amb entrades per la dreta o l'esquerra.

1.5.3 Motllos amb colada combinada

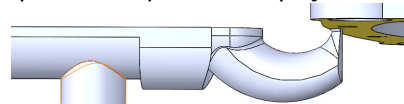
Existeix una combinació entre colada freda i colada calenta, on els injectors lliuren el material a una petita canal que portarà el material, per exemple, a una colada submarina.



Aquest sistema s'utilitza quan no ens interessa injectar al damunt de la peça, per temes estètics o funcionals de la peça.

Gràcies a que la canal té poc recorregut pot ser mecanitzada a una sola cara. Disposarà de sistema d'expulsió propi, (aquesta té dos expulsors)

A la imatge podem veure la colada amb una entrada submarina per entrar per sota la peça.



1.6 Motllos segons el sistema d'expulsió.

En el moment que el motllo s'obre necessitem que la peça quedi enganxada a la part mòbil d'aquest. Si la peça es queda enganxada a la part fixe, per on s'injecta el material, no podríem continuar amb la producció. Aconseguir que la peça quedi enganxada on ens interessa és un tema que ja parlarem més endavant... (Pàg. 60)

Així doncs un cop el motllo s'ha obert, les peces i la colada si tenim, estaran enganxades a la placa mòbil o als seus postissos. Per aconseguir que la peça surti i caigui a la cistella caldrà fer una força mitjançant un element del motllo, sigui expulsors, plaques expulsors, acceleradors d'expulsió, pistons etc..

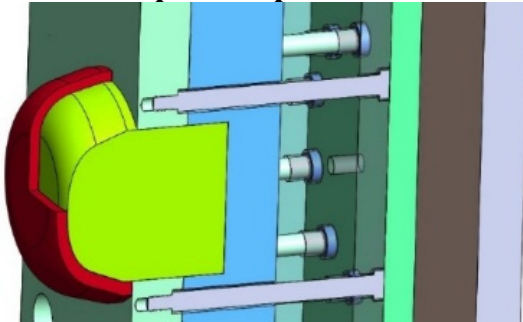
1.6.1 Per expulsors.

És el sistema més usual. Es realitzen amb eix d'acer de bona qualitat amb tractament tèrmic de tremp per augmentar la seva durabilitat, el seu cap serà conformat en una matriu de forja amb la forma corresponent. Un cop fred es procedirà al rectificat general.

Poden ser cilíndrics o amb formes segons criteris del client. Si l'expulsor té la canya cilíndrica però la punta té forma es procedirà a fer un pla al cap i amb una xaveta s'evitarà el gir lliure de l'expulsor. El seu moviment és gràcies a les plaques porta expulsors i empenyedora.

En el moment de la injectada els expulsors queden enrasats a la superfície de les cavitats, per evitar en lo possible marques a les peces. Aquestes marques son un dels condicionaments per orientar la peça al motllo.

1.6.2 Per placa expulsora.



Si la peça té poc gruix vers la seva grandària tenim el perill de que els expulsors la foradin en el moment de l'expulsió, per evitar-ho cal augmentar la superfície de recolzament, això es pot fer mitjançant ,

- Incrementant el diàmetre dels expulsors
- Incrementant el seu nombre
- Fent ús de la placa expulsora.

La placa expulsora és una placa que està entre les dos plaques principals, serà accionada per,

- Arrossegada, mitjançant unes platines que uneixen la placa fixe a la placa expulsora, amb una ranura que permet fer el moviment
- Empesa, mitjançant uns expulsors que uneixen placa expulsora i placa porta expulsors.
- TGM, situat en diverses opcions.

La placa expulsora va guiada per les mateixes columnes que uneixen les dos parts del motllo.

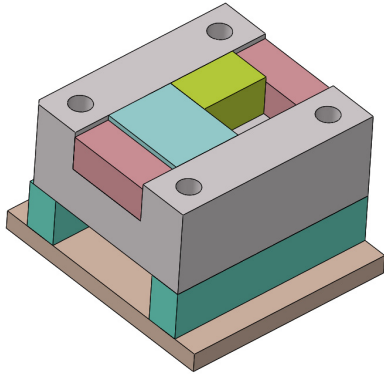
1.7 Models de motllos.

	1.7.1 Bàsics amb cavitats a les plaques	1.7.2 Bàsics amb cavitats en postissos
	És el tipus de motllo més senzill, on les cavitats que formaran la peça estan mecanitzades directament a la placa,	Un pas endavant, les cavitats que formaran la peça estan mecanitzades en uns postissos que afegirem a les plaques principals,
Avantat	• Reducció de preu • Facilitat de fabricació, reducció de temps de fabricació	• Podem utilitzar acers de qualitat adaptats al tipus de producció • Facilitat de reparació
Inconvenie.	• Si hi ha múltiples cavitats i una té problemes no podem canviar-la. • S'incrementen les despeses de reparació. • La cavitat tindrà la mateixa qualitat d'acer que la resta de la placa.	• S'incrementen les despeses de fabricació. • Dificultat d'ajustatges de peces, control de refrigeració...



Motllo amb la mecanització realitzada a la placa, podem veure també el retenidor de gota freda. La colada entra a la cavitat per forat fet a l'altra placa

1.7.3 Motllos Modulars.



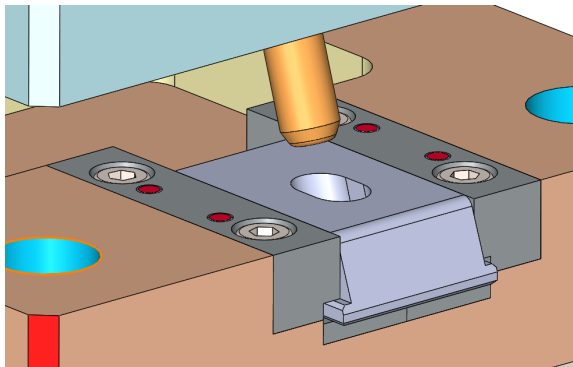
Són motllos prefabricats complets, on sols hem d'afegir els postissos.

Ofereixen una gran reducció de temps d'elaboració del motll ja que sols ens hem de preocupar de la creació de les cavitats, definir l'expulsió i ajustar la refrigeració.

Com podem veure són peces de mecanitzacions bàsiques, que es poden fer tant en un centre de mecanització CNC com en un convencional o en una fresadora bàsica.

1.7.4 Amb plaques de desplaçament lateral.

Aquest tipus de motllos, com el de la portada d'aquest capítol, porten uns elements que converteixen, gràcies a una columna inclinada el moviment de tancament en un moviment perpendicular a l'eix de la

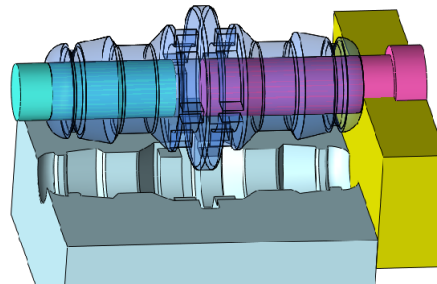
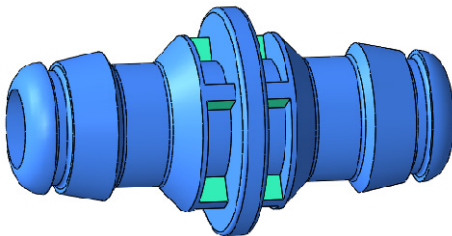


màquina. La seva finalitat és poder treure elements de l'interior de la cavitat que provoquen forats a les peces abans de la seva extracció del motll.

De fet la corredora és un kit que es compra i s'afegeix al motll.

Existeixen motllos prefabricats amb les corredores instal·lades.

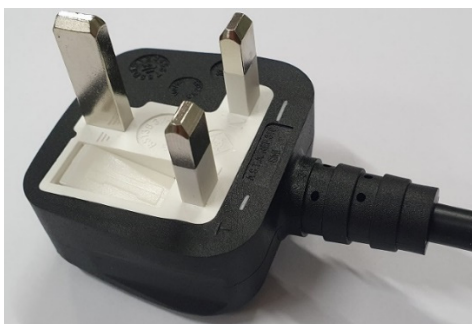
<https://youtu.be/CTf3nc5uMtk>



Els forats es realitzen amb nois que es trobaran subjectats a les plaques grogues mogudes per les corredores. Un cop apartats els nois, els expulsors extreuen la peça.

1.7.5 Motllos per a peces inserides

Són motllos que permeten introduir abans altres elements que quedaran combinats amb el polímer.



En alguns casos els motllos podran disposar de dos cavitats diferenciades per fer la injecció en dos fases. A la imatge podem veure que s'ha fet primer la injecció en blanc i a la segona fase s'envolta amb el polímer negre.

En molts casos s'utilitza el motll en màquines d'injecció verticals que permeten resoldre el problema de la força gravitatòria.

1.7.6 Motllos de cavitats retràctils



Diferents proves, modificant la càrrega de l'agent expansor, temps...

Les partícules grogues són la càrrega expansiva

És un tipus de motllo on la paret de la cavitat pot desplaçar-se a voluntat per fer peces on l'interior es fibrós amb parets de 1 a 2 mm. Estructuralment son peces menys resistents però tenen l'avantatge d'una reducció de pes i de material utilitzat. En el motllo s'injecta una barreja de polímer (PP, PE...) i un agent expansor.

Un cop s'ha injectat a la pressió requerida l'agent expansor provoca que el material s'infla, en aquest moment la paret de la cavitat retrocedirà permetent a la peça agafar la mesura de plànol. L'accionament d'aquesta paret es realitza hidràulicament. Mitjançant unes galgues podem regular la carrera de la paret.

1.7.7 Motllos Tàndem , simètrics o de doble cavitats

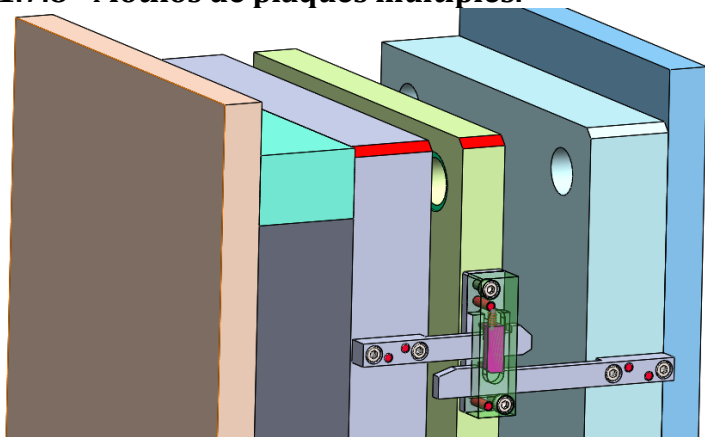
Aquest motllo és un cas extrem d'aprofitament de les possibilitats de la màquina d'injecció. Com sabem una màquina d'injecció té diverses limitacions, com son,

- La capacitat d'injecció (cm^3 a cada moviment del cargol de la màquina)
- La dimensió del motllo que entra a la màquina, ample i alt.
- La força de tancament.

Si les peces tenen un volum molt petit, però una gran superfície veiem que desaprofitem capacitat d'injecció. Per resoldre el problema podem fer ús d'un motllo que disposa de doble joc de cavitats.

↳ Dos superfícies superposades generen una única força

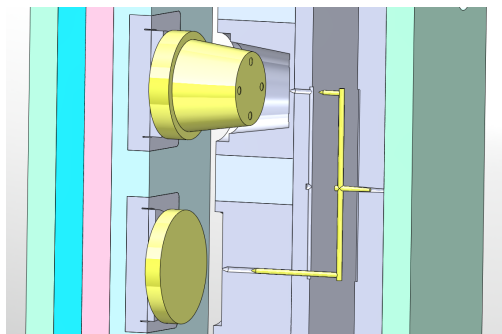
1.7.8 Motllos de plaques múltiples.



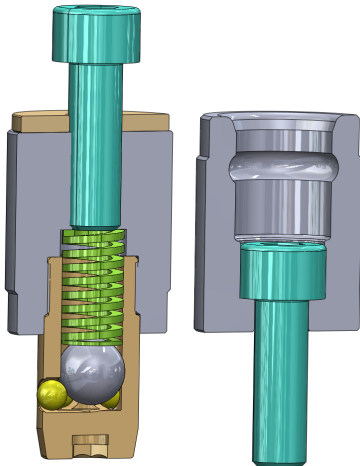
En funció del disseny la segona fase del moviment separarà la placa de la part mòbil o de l'estàtica.

També podem fer ús d'aquest tipus de motllo per extreure la colada de la peça. En aquest tipus de motllo caldrà donar un accionament a una de les plaques de la part fixe per garantir l'expulsió de la colada de l'abeurador.

Aquests tipus de motllos disposen d'una o varies plaques afegides que se separen en diferents fases de l'apertura del motllo. S'utilitza, per exemple, per poder expulsar la peça sense expulsors , realitzant la força en tota la cara de la peça mitjançant la placa.

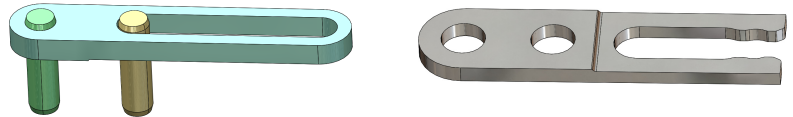


Un retenidor elàstic RM amb cargols subjectats a les plaques és un altre sistema d'alliberació elàstic que permet l'arrossegament de plaques.



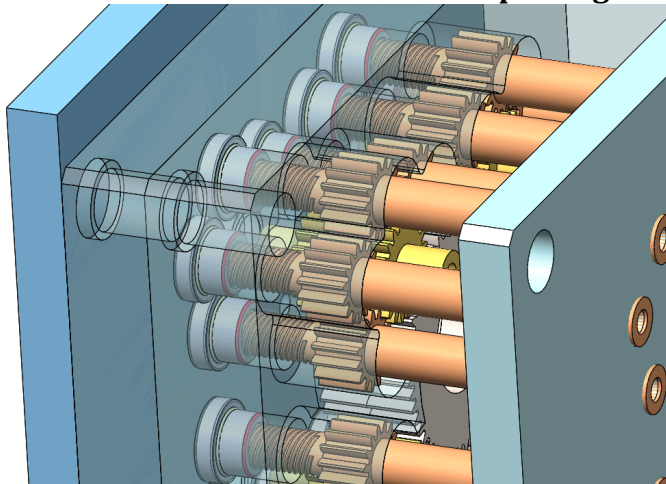
En els motllos de plaques múltiples necessitem que les apertures es realitzin de manera controlada, per aconseguir-ho utilitzarem diferents elements de retenció o arrossegament.

Amb el sistema que podem veure a l'esquerra el conjunt PR de **CUMSA** aconseguim que la placa A arrossegi a la placa B amb una força de retenció de 40 Kg. Un cop la placa B arriba al seu límit de recorregut el sistema de boles saltarà i s'alliberarà la part subjectada a la placa B.



A continuació, si volem limitar la separació de plaques afegirem un limitador de recorregut.

1.7.9 Motllos amb accionaments per engranatges o cremalleres

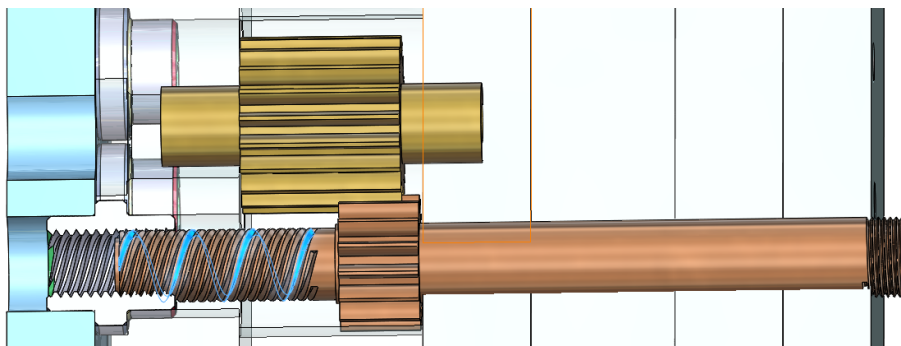


Son els motllos que permeten fer peces amb roscats. Si les rosques son interiors no podem extreure la peça sense fer girar el nucli. En aquests tipus de motllo aprofitem l'extracció per placa.

Funcionament,

En el moment de l'apertura una roda dentada central gira al desplaçar-se per un eix. Aquesta roda fa girar els nuclis de les peces, que al girar es desenrosquen i es desplacen sortint de la peça. Al amagar-se les peces cauen soles.

Per al correcte funcionament dels nuclis caldrà que la seva rosca (la que genera el seu moviment lineal) tingui el mateix pas que la rosca de la peça. Actualment ja disposem de motllos motoritzats amb motors pas a pas que permet reduir els mecanismes del motllo. Un exemple típic de peces que fem amb aquest motllos són els taps d'ampolla.



L'engrenatge central fa girar al 2^{on} (groc) que girarà al 3^{er} engranatge (marró) de l'eix. Fixa't que el 3^{er} engranatge és molt més estret que el 2^{on}. El 3^{er} eix, al girar, rosca en un casquet mitjançant una rosca de 4 fils que accelera el seu avanç cap a l'esquerra introduint l'eix dins de la placa, així el nucli es desenrosca de la peça injectada. <https://youtu.be/5qAMHvHmK8k>

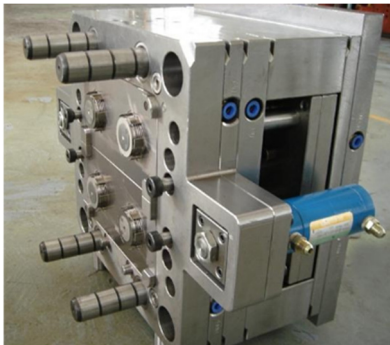
1.7.10 Motllos motoritzats o amb Accionadors lineals.

Avui en dia podem reduir els elements mecànics d'un motllo, i per tant reduir els temps de fabricació i problemes d'ajustos si fem ús d'elements d'accionament mecànic. Podem utilitzar per exemple,

- **Motors**, per a l'accionament dels engranatges que mouen els noios que fan les rosques internes a les peces, com els taps d'ampolla. (Veure motllo anterior)
- **Actuadors lineals**, que permeten moure linealment una corredora que per fer, per exemple, un forat lateral a la peça.

Aquests motllos necessiten de màquines d'injecció modernes que incorporin en el seu controlador sortides i entrades digitals i analògiques per al control dels accionadors.

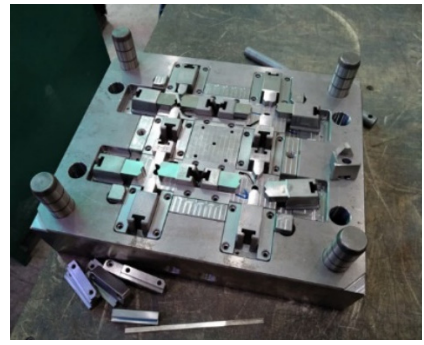
A continuació uns exemples de l'empresa **Moldes Valma** de Sant Boi de Llobregat. moldesvalma.com



Accionament per motor hidràulic

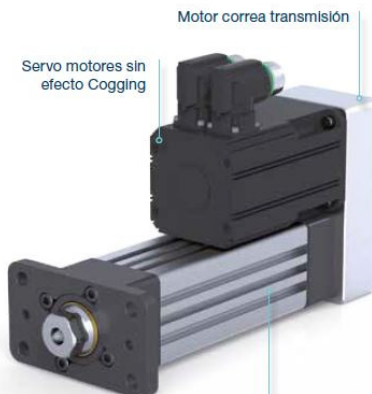
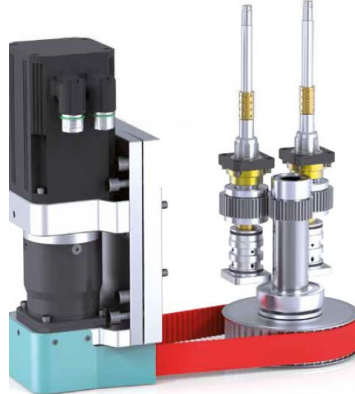


Accionadors lineals per a corredores



Motllo de corredores clàssiques

Del catàleg de **Innova Components**, distribuïdors d'equipaments per a motllos tenim diferents exemples d'accionaments amb motors i servo motors de l'empresa **servomold.com**



Cal tenir en compte que possiblement haurem d'afegir a l'equip un sistema controlador d'aquests motors, així doncs s'haurà d'establir un sistema de comunicació entre màquina d'injecció i aquest sistema.

1.7.11 Motllos de control de qualitat

Es tracta de motllos modulars de canvi ràpid que ens permet canviar les cavitats per obtenir peces de control de qualitat.

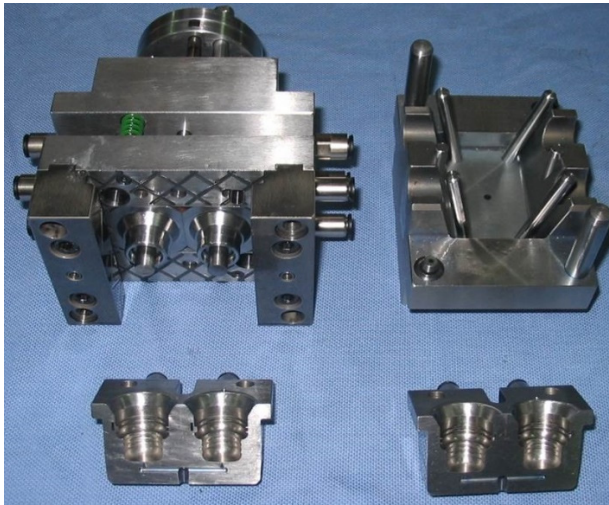
El motllo disposarà d'una col·lecció de cavitats segons els paràmetres que es vulgui verificar.



Per veure les proves que es poden fer (Pàg. 140)

1.7.12 Micro motllos.

No son pas motllos especials, però son molt petits... i això fa que els mecanitzacions dels nuclis i cavitats arribin als límits de les prestacions de les màquines eina. A continuació mostrem el motllo d' Antonio Sánchez, es tracta d'un motllo de 160*120 mm aproximadament



En aquests motllos reduïm les peces al mínim, però això no impedeix fer tot tipus d'accionaments. Aquests motllos realitzen peces que poden tenir un volum per sota d'un cm³ de material, s'utilitzen en màquines com la BOY XXS



Petit son significa senzill, ni de poques prestacions.

Aquest tipus de motllos fabriquen micro peces amb material que tot i les seves minúscules dimensions han de suportar les carregues de treball que se'ls exigeix.

Amb cargols de 8 a 18 mm de diàmetre, volums màxim de peça de 1 a 15 cm³ i pressions de treball de 2534 a 1516 bar una màquina d'aquest tipus permet realitzar peces que requereixen precisions centesimals.



1.8 Elements auxiliars.

Els elements auxiliars d'un motllo poden ser,

- Per a la peça,
 - Marcadors de data , de nº cavitat, de material injectat...
- Per al procés.
 - Evacuadors de gasos
 - Acceleradors d'expulsió, expulsors pneumàtics
 - Retenidors de peça...
- Per al motllo
 - Sondes de temperatura
 - Plaques aïllants
 - Elements de tancament o de transport
 - Sistemes de connexió refrigeració
 - Equips de motors elèctrics per accionaments de noios
 - Accionadors lineals pneumàtics o hidràulics substituïnt a plaques desplaçament lateral
 - Bloquejadors de carrera per a plaques desplaçament lateral

1.9 Els aliatges de l'acer en els motllos.

Per a cada aplicació tenim una qualitat d'acer. Hem de tenir en compte que la qualitat de l'acer defineix,

- La durabilitat de la peça, a millor qualitat més vida útil
- El preu de la peça, a millor acer, millor aliatge i preu més car
- El cost de fabricació, a millor aliatge normalment material més dur i més difícil de treballar.
- A qualitats baixes, més facilitat de mecanització i preu material més baix.

Si una peça sols realitza funcions de suport, per exemple els bloc separadors, no necessita un aliatge de qualitat. Si parlem d'una peça activa, per exemple les columnes, agafarem un aliatge millor que permeti un tractament per endurir el material, un rectificat posterior, etc. Si comprem elements normalitzats o de catàleg dels fabricants no podrem escollir l'aliatge fora de les opcions del catàleg. No obstant hem de tenir en compte que els aliatges ja donen compliment als requeriments que es requereixin.

Mirem per exemple un catàleg de Hasco, si mirem les plaques del motllo K per un motllo 296x396 tenim,

Plaques de subjecció a màquina, K10 i K11, sent K10 la placa que té forat per al disc centrador i k11 la que no en té.

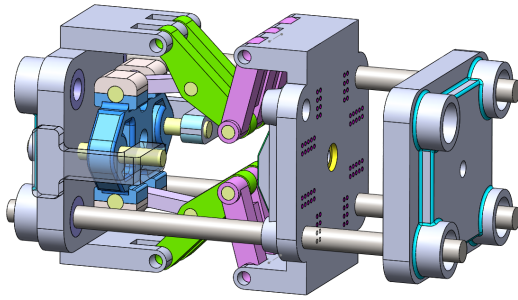
K10 296 x 396 x s1		1.1730	1.2162	1.2085	1.2312
	S1=27				
	S1=36				

Els acers disponible son,

	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cr	% Mo	HB	N/mm2
1.1730	0.45	0.27	0.70					190	650
1.2162	0.21	0.25	1.25			1.15		210	710
1.2085	0.33	1.00	1.40	0.03	0.10	16.00	1.00	300	1050
1.2312	0.40	0.04	1.50	0.03	0.08	1.90	0.20	300	1000

La placa 1.2085 amb un 16% de Crom és un acer resistent a la corrosió. A millors prestacions i duresa el preu serà superior.

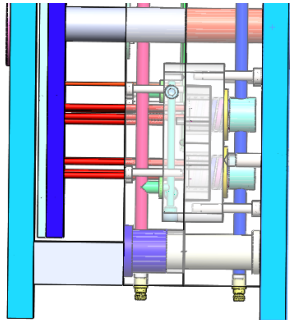
1.10 Les fases de l'emmotllat.



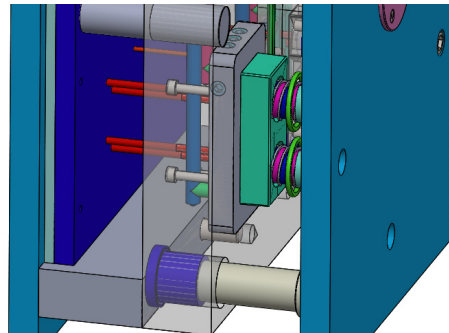
La força de tancament (kN) haurà de superar la força que es genera per la pressió d'injecció (MPa) i la superfície projectada (cm²).

Hi ha molts tipus de bloqueig del sistema de tancament per ajudar a suportar la força que genera el polímer injectat.

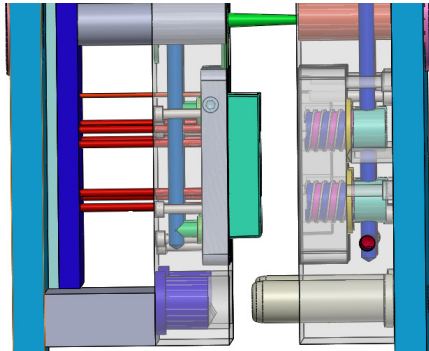
TANCAMENT



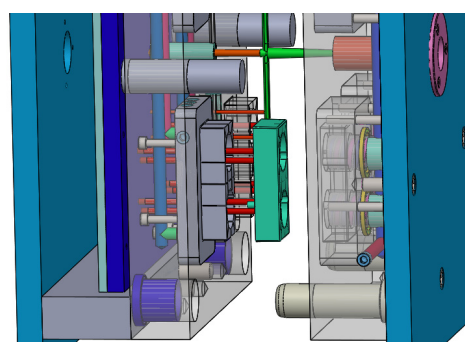
INJECCIÓ



APERTURA



EXPULSIÓ



A la 1^a imatge podem veure la cavitat en transparent en el motllo i a continuació a la segona el polímer de color verd que ha omplert la cavitat.

Tancament

En aquesta fase la màquina d'injecció mou la part mòbil del motllo fins que el conjunt es tanca. Segons el tipus de motllo podem trobar una columna empenyedora que fa retirar els expulsors.

Injecció.

El cargol injector de la màquina injecta el polímer fos, que entra per l'abeurador (o els injectors colada calenta...). Sovint hi ha una segona fase per compensar contraccions del material al refredar-se

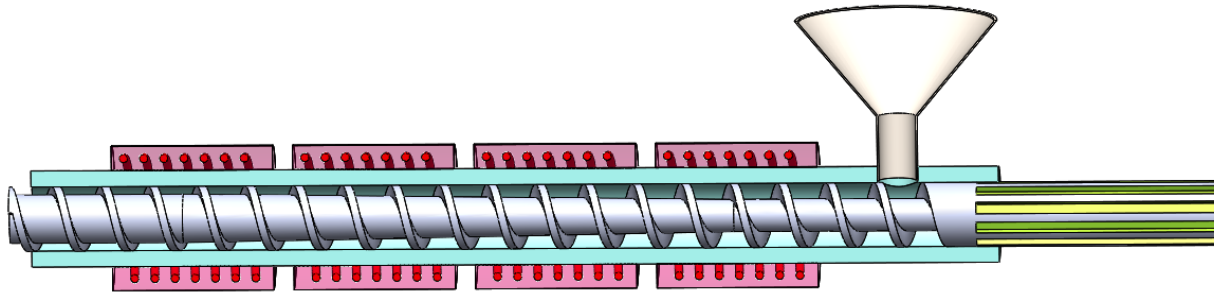
Apertura

Un cop el polímer s'ha refredat es procedeix a obrir el motllo, la part mòbil es retirarà a la distància necessària per que les peces puguin caure sense problemes. En aquesta fase la peça ha d'acompanyar a la part que té els elements d'expulsió, siguin expulsors o placa expulsora.

Expulsió

Per sistemes de topall mecànic, o comandat per cilindre hidràulic. Els expulsors, o placa expulsora, o altres sistemes, extrauran la peça.

1.10.1 Accions que realitza el cargol.



Dosificació.

El cargol gira , com si es desenrosques, i retrocedeix (en aquesta imatge giraria a esquerres...). En aquest moment els grànuls de plàstic avancen cap endavant fonent-se i compactant-se. El cargol retrocedirà de manera controlada.

Carrera de dosificació, és la distància que ha recorregut el cargol per poder acumular la quantitat necessària per a la injecció de les peces al següent cicle.

Volum de dosificació, és la quantitat que s'emmagatzema a la punta del bloc fusor / cargol per procedir a la propera injecció.

En el moment del gir del cargol s'obté una velocitat tangencial del perfil de rosca, aquesta velocitat té una afectació al polímer per efectes de cisalladura, la velocitat dependrà del diàmetre del cargol, i revolucions.

Polímer	V. t. óptima	V. Tan. Màx (mm/s)
ABS	550	625
PP	740	800
PVC	175	190
PA 6	400	420

Polímer	V. t. óptima	V. Tan. Màx(mm/s)
PET	310	330
LDPE	700	750
HDPE	725	800

Injecció.

El cargol empenya el material fos a l'interior del motllo. A la punta tenim el broquet antiretorn que evita el retrocés del material.

Pressió d'injecció. Determina amb quina força empenya el cargol per aconseguir una pressió determinada a l'interior del motllo. Durant la injecció tenim les següents fases,

Entrada de material, el material entra lliure a alta velocitat fins omplir la cavitat

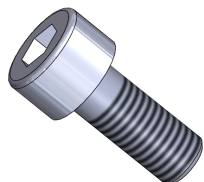
Compactació, amb la cavitat plena continuem entrant material per donar densitat a la peça i compactar el material, s'inicia l'augment de pressió fins assolir la pressió de treball, es mantindrà per aconseguir que la peça assoleixi els paràmetres requerits en el moment de refredar-se

Fase de pressió posterior, determina el final de la fase d'injecció. El moment que passem d'una pressió a la posterior determinarà el final de la compactació de la peça.

1.11 Elements que podem necessitar per al muntatge del motllo.

Existeixen petits elements normalitzats que necessitarem per fer un muntatge correcte del motllo, tots els elements que ens puguem imaginar els podem trobar ja normalitzats en normatives DIN UNE ISO... . Aquests són alguns dels exemples que ens podem trobar.

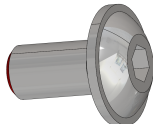
1.11.1 Cargols



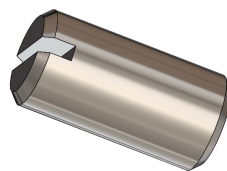
Cap cilíndric Allen
DIN 912



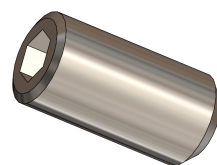
Cap Avellanat Allen
DIN 7991



Allen volandera
ISO 7380

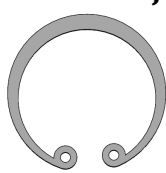


Presoner
DIN 427



Presoner
DIN 913

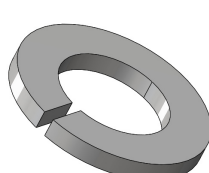
1.11.2 Subjecció elements



Circlip
DIN 472



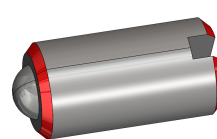
Circlip Eixos
DIN 471



Volandera seguretat
DIN 7980



Passador Cilíndric
DIN 976-2



Posicionador de
bola

1.12 Exercicis

1.12.1 Ús d'informació comercial.

1.12.1.1 Codis dels acers per a les plaques.

Mitjançant el catàleg. Determina els codis dels acers més comuns per a les plaques principals. Fes una relació dels codis, la seva composició química, duresa... indica quin catàleg i a quina pàgina has trobat la informació

1.12.1.2 Material de les plaques

Mitjançant els catàlegs de 2 o 3 fabricants d'elements normalitzats per a motllos. Indica com varia la composició química i/o duresa de les plaques per a motllos en funció del seu ús. Indica quin catàleg i a quina pàgina has trobat la informació

1.12.1.3 Mecanització dels materials/peces motllo.

Mitjançant el catàleg de Hasco K. A partir de les dades obtingudes de la duresa de les plaques i altres components del motllo, indica amb quines màquines, eines o útils podem mecanitzar-les

1.12.1.4 Mecanització del motllo.

Mitjançant el catàleg de Hasco Z i d'altres.

Cada tipus de placa, per la seva composició i/o tractament requereix d'un procés de producció, comenta com pot afectar la mecanització a les propietats de la peça a mecanitzar. No sols plaques de motllo, tenim expulsors, molles, casquets, etc...

1.12.2 Aplicació i ús dels catàlegs

1.12.2.1 Ús de catàlegs

Mitjançant els catàlegs de 2 o 3 fabricants d'elements normalitzats per a motllos. Determina quines són les normatives DIN o ISO que uneix criteris de fabricació. Fes una relació de 10 normes i indica quin element normalitzat es tracta.

1.12.3 Tractaments

1.12.3.1 Tractaments termoquímics.

Fes una relació de tractaments termoquímics que poden tenir els diferents elements que componen un motllo. Indica la finalitat.

1.12.3.2 Tractaments Químics.

Fes una relació de tractaments químics que poden tenir els diferents elements que componen un motllo. Indica la finalitat.

1.12.4 El projecte

1.12.4.1 Fatiga de materials

Les peces amb gruixos molt petits, o peces molt esveltes tenen molts problemes durant la seva mecanització, el seu tractament, o el seu ús. Comenta problemes que poden aparèixer.

1.12.4.2 Full de comanda

Realitza un full de comanda de les plaques per al motllo que estàs realitzant. A la comanda hauràs d'indicar el codi del producte i dimensions i si cal el tipus de tractament necessari. Necessitaràs descarregar el full de comanda del fabricant, si apareix a la web, o fes una captura de pantalla si les comandes son ONLINE.

1.12.4.3 Desgast de materials

De les peces del motllo que realitzes, Indica quines peces poden tenir fallada o un desgast per funcionament.

1.12.4.4 Cotes crítiques

Indica les cotes crítiques per al disseny inicial del motllo, poden ser per exemple les que defineixen el posicionament de les caixeres postissos...

1.12.4.5 Selecció de motllo

Selecciona 5 peces del dossier i indica quin tipus de motllo necessites. Tens els tipus de motllo al llibre i pots far captures de fotos de motllos de la WWW.

1.12.4.6 Pressupost enginyeria

Calcula el preu de la realització del projecte, el mòdul té 99 h, calcula quantes hores has treballat al projecte. Aplicat un preu hora de 50€, calcula honoraris... hauràs d'afegir totes els despeses fixes que creguis es poden aplicar a aquest projecte.

1.12.4.7 Selecció del motllo

Determina les dimensions generals del motllo per poder fer 8 peces amb uns postissos de +30 mm per cada banda i entre postissos mínim 40 mm deixant espais per a les columnes de les plaques.... etc...

1.12.5 Elements del motllo

1.12.5.1 Selecció de columnes.

Realitza una taula on aparegui el tipus de columna i els elements necessaris per a la seva subjecció

1.12.5.2 Desgast elements de guiatge

Realitza una descripció de les possibles conseqüències que porta el desgast de columnes o casquets de guiatge

1.12.6 Altres

1.12.6.1 Estudi de costos.

Considerant que un motllo de colada freda per a 8 cavitats val 85000 € i el motllo de colada calenta amb el bloc per a 12 peces costa 135000 €, que tots dos injecten cada 10" i que el cost de peça freda val 0.5 i la calenta 0.4 calcula el nombre de peces on s'iguala l'amortització. El preu de venda de la peça és de 0.6 €. Quants dies triguem en arribar ?