

DOCUMENT NÚMERO 1: MEMÒRIA I ANNEXOS

DOCUMENT NÚMERO 1: MEMÒRIA I ANNEXOS	1
1. INTRODUCCIÓ	4
1.1. ANTECEDENTS	4
1.2. OBJECTE GENERAL DEL PROJECTE	6
1.3. ESPECIFICACIONS.....	6
2. ESTUDI D'ALTERNATIVES.....	7
2.1. CANVI DE MATERIAL DE LA GILLETTE	7
2.2. CANVI DE SISTEMA DE TALL.....	9
3. CREACIÓ DEL MODEL TEÒRIC AMB DADES EXPERIMENTALS.....	11
3.1. CARACTERÍSTIQUES DE LES PECES	11
3.2. FONT DE CALOR.....	20
3.2.1. AVALUACIÓ TEÒRICA DE LA FONT DE CALOR.....	20
3.2.2. AVALUACIÓ EXPERIMENTAL FONT DE CALOR: MESURA D'INTENSITATS	21
3.2.3. AVALUACIÓ EXPERIMENTAL FONT DE CALOR: MESURA DE TEMPERATURES	27
4. ANÀLISI TÈRMIC DE LA SITUACIÓ MÉS DESFAVORABLE	44
4.1. CONDICIONS MÉS DESFAVORABLES	44
4.2. SIMULACIÓ AMB EL COSMOS WORKS.....	46
5. ALTRES CONSIDERACIONS.....	49
6. SOLUCIONS PROPOSADES	50
6.1. REFRIGERACIÓ DE LES GILLETES AMB AIGUA	50
6.2. REFRIGERACIÓ DE LES GILLETES AMB TUBS DE CALOR	51
7. CONCLUSIONS.....	52
8. RESUM ECONÒMIC.....	53
9. BIBLIOGRAFIA	54

ANNEX A. PECES CONJUNT TALL GILLETTE	56
ANNEX B. CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DELS INSTRUMENTS DE MESURA I FOTOGRAFIES DURANT LES MESURES.....	59
ANNEX C. TALL CIRCULAR.....	68

MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ANTECEDENTS

Comexi va ser fundada a Girona el 1954 pel Sr. Manel Xifra Boada. És una empresa familiar que es dedica a la producció de bens d'equip per al sector de l'embalatge flexible.

Va començar com un taller mecànic de manteniment i fabricació de màquines del sector del paper. Amb la introducció de materials plàstics es van obrir noves possibilitats a l'empresa, de manera que el 1956 es van dissenyar i fabricar les primeres impressores flexogràfiques rotatives i, ja en aquell temps es va iniciar la xarxa comercial en el mercat interior com en l'exterior del país.

Comexi, seguint una política d'innovació, creixement i lideratge en el mercat mundial, va desenvolupar el 1964 les primeres impressores flexogràfiques de tambor central de 4 i 6 colors que li van permetre augmentar la xifra d'exportacions, consolidant-la en un 50% de la seva facturació el 1970.

En els anys 80 va ser dissenyada la primera laminadora sense dissolvents i la primera màquina de tambor central de 8 colors que es convertiria en una novetat a nivell mundial.

El 1990 amb l'objectiu de donar resposta a un mercat més exigent i especialitzat, Comexi, va evolucionar cap a produccions d'alt nivell tecnològic, construint impressores robotitzades.

Fou durant la dècada dels anys 90 quan es va consolidar la xarxa comercial en 60 països i es va elaborar el primer Plà Estratègic de l'empresa on es recollien totes les estratègies per als pròxims 5 anys: ampliació de la indústria, programes de formació i integració personal, increment de la plantilla i productivitat, millorant la qualitat del producte i del servei al client.

El 1996 es va desenvolupar la primera impressora flexogràfica de 8 colors per canvis de treball ràpids amb sistema de camises, el sistema que va revolucionar el món de la flexografia, afegint l'alternativa de les màquines robòtiques per la impressió.

Per fer front a la gran demanda del mercat, Comexi va traslladar la seva planta de muntatge i oficines a unes noves instal·lacions amb una superfície de 15000 m² a Riudellots de la Selva el 1999.

Posteriorment el 2003, Comexi va traslladar i va ampliar el centre de mecanització en unes noves instal·lacions de 11.000 m² annexes al centre de treball ja existent de Riudellots de la Selva, dotant-les de nous equips productius.

Proslit Equipment S.L. és una empresa jove que va néixer l'any 2004 fruit de la unió de les idees de **Comexi Group** i els especialistes en sistemes de control electrònic i mecànic, **Kontrolmec**. L'activitat principal és la producció de màquines talladores i rebobinadores amb l'objectiu d'oferir la millor solució a les necessitats dels clients. Proslit té com a referència la màquina de torreta, la Eikon (figura 1.1) que assegura una alta productivitat i qualitat en l'acabat de la bobina, amb sistemes de treball totalment automatitzats.

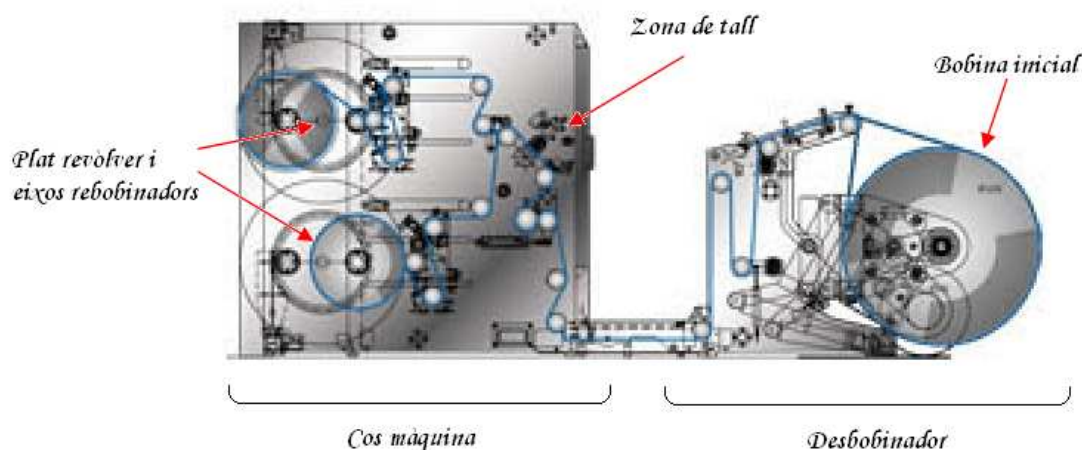


Figura 1.1: Esquema de perfil d'una Eikon i les seves parts

El resultat de l'evolució de les màquines i l'augment de la productivitat fa que, entre altres millores, les màquines permetin treballar a velocitats de tall i rebobinat més elevades, és a dir, el pas del material es fa a velocitats majors per tal de disminuir els temps de treball. Si ens centrem exclusivament en la part de la màquina que s'encarrega de tallar el film, quan s'utilitza el sistema de gilletes convencional amb el sistema del rodillo contragillets, o corró ranurat, a màxima velocitat i amb materials crítics, sorgeix un efecte indesitjat. Degut a la fricció entre el material que s'està tallant i les gilletes, aquestes s'escalfen fins a tal temperatura que provoquen petites fusions del plàstic, aquest es solidifica incrustant-se a les gilletes, i finalment acaba trencant-les.

Aquest fenomen és molt perjudicial per a la productivitat de les empreses ja que cada vegada que es produeix, implica l'actuació immediata d'un operari que ha d'aturar la màquina amb el sistema d'emergència, canviar la gillette malmesa, fer retrocedir tot el material que ha passat sense tallar, i en la majoria de casos treure el tram malmès que no es pot aprofitar.

1.2. OBJECTE GENERAL DEL PROJECTE

L'objecte principal d'aquest projecte és fer un anàlisi tècnic mitjançant elements finits de la problemàtica que s'ha detectat a les màquines talladores de l'empresa Proslit Equipment, concretament de l'escalfament de les gilletes utilitzades en el sistema de tall. Es pretén crear un model teòric que s'aproximi al màxim a la realitat de manera que es pugui observar el comportament tèrmic del sistema de tall en funció de les condicions que es determinin com a més desfavorables.

Una vegada s'obtinguin aquests resultats teòrics, es valoraran i es proposaran solucions.

1.3. ESPECIFICACIONS

El model de talladora Eikon de Proslit Equipment, està dissenyada per oferir la màxima productivitat als seus clients. Això és així, perquè és el model de màquina que ofereix més prestacions de sèrie, i l'únic que pot incorporar tota la resta d'elements opcionals. Així doncs, és necessari que qualsevol millora, no afecti al funcionament ni al rendiment actual de manera que la màquina Eikon 1350 SL amb tall gillette, mantingui les següents característiques tècniques:

- Velocitat de tall màxima de 800 m/min
- Capacitat de tall amb una tensió màxima del film de 18 kg
- Amplada mínima de tall de 40 mm
- Capacitat de tall de materials fins a 0,03 mm de gruix
- Sistema ràpid de canvi de gilletes (sistema d'imants)

- Canvi de número de talls sense desmuntar la barra portagilletes
- Posicionat manual i/o semiautomàtic de portagilletes (regle/làser)

A més, cal que els possibles canvis plantejats, no alterin la qualitat de l'acabat del producte final, és a dir, que no es poden generar grans corrents d'aire externes al voltant del tall ja que la qualitat del mateix es podria veure afectada. Tampoc no es permet introduir cap element que generi pols que es pugui incrustar damunt el film ni que degut a condensacions o pèrdues d'aigua de qualsevol sistema de refrigeració es mulli el film.

2. ESTUDI D'ALTERNATIVES

Per tal de solucionar la problemàtica de l'escalfament de les gilletes s'han estudiat diferents alternatives i la seva viabilitat.

2.1. CANVI DE MATERIAL DE LA GILLETTE

La gillette que s'utilitza habitualment i amb la que es basa l'estudi d'aquest projecte, és una gillette d'acer F-111 que té un cost de compra molt baix i que permet fer un tall molt precís. Actualment hi ha altres tipus de gilletes al mercat, fabricades amb materials teòricament més eficients.

El primer cas serien les gilletes de tipus ceràmic o també anomenades d'òxid de zirconi. S'acostumen a comercialitzar en al·leacions que contenen aquest mineral juntament amb l'acer. El zirconi és més dur i resistent que l'acer convencional i no s'oxida. En contrapartida, la conductivitat tèrmica del zirconi és de 22,7 W/(m·K), mentre que a les convencionals la conductivitat tèrmica és d'uns 50 W/(m·K) aproximadament. Per tant, tot i que tenen una major durabilitat, aquestes gilletes no són una bona alternativa a les convencionals ja que no solventen el tema de l'evacuació de calor i el seu cost econòmic és molt més elevat en relació als avantatges que pot oferir.

La segona alternativa seria el tungstè, també anomenat wolframi. Aquest és un metall molt escàs a la part superficial de la terra i es troba en forma d'òxid o de sals en alguns minerals. És molt dur i dens, té el punt de fusió més alt de tots els metalls i el

punt d'ebullició més elevat de tots els elements que es coneixen. En estat pur s'utilitza per a la fabricació de filaments per làmpades elèctriques, per contactes elèctrics a la indústria de l'automòbil, etc. La varietat de carbur de tungstè obtingut per sinterització, s'utilitza per a la fabricació d'eines de tall d'alta velocitat, com per exemple les gilletes emprades a la indústria flexogràfica. La seva conductivitat tèrmica és de $174 \text{ W} / (\text{m}\cdot\text{K})$ la qual cosa indica que les gilletes de tungstè permetrien dissipar l'escalfor més ràpidament, transmetent-la als altres elements que estan en contacte amb elles. El tungstè és un material estratègic i ha estat a la llista dels productes més cobejats des de la segona guerra mundial; de fet el govern dels Estats Units manté unes reserves nacionals de 6 mesos juntament amb altres productes considerats de primera necessitat per a la seva supervivència, la qual cosa indica de l'escassetat d'aquest material i per tant el seu alt cost econòmic, cosa que es descarta per a la solució de la problemàtica del present projecte.

Finalment l'última alternativa i amb millor rendiment, és el diamant. En aquest cas estem parlant d'un dels elements més apreciats del món. La seva duresa és tal que per exemple sobre ell es basa l'escala de duresa de Mohs, assignant-li el màxim possible, deu. Precisament la seva duresa és el que fa que sigui molt important per a desenvolupar certes activitats industrials; a més tot i ser un gran aïllant elèctric és un molt bon conductor tèrmic, la qual cosa fa que s'utilitzi en semiconductors. De fet s'han aconseguit crear uns diamants sintètics que contenen el 99,9% de Carboni 12 i que són el material amb la major conductivitat tèrmica mesurada mai a temperatura ambient: $2000\text{-}2500 \text{ W} / \text{m}\cdot\text{K}$, el que suposa 5 vegades superior a la del coure. En el mercat existeixen gilletes on la part del tall està formada per diamant però és evident que el seu cost és tan elevat que també s'ha de descartar aquesta alternativa per la seva invialibilitat econòmica.

Resumint aquestes tres alternatives al material actualment emprat a les gilletes, totes elles ens ofereixen una major duresa, un cost econòmic superior i algunes una major conductivitat.

- El fet que les gilletes dels materials esmentats tinguin una duresa més elevada que les gilletes d'acer convencionals ens afavoreix ja que això en disminueix el desgast i fa que l'escalfament sigui menor. Cal saber que quan la gilette està desgastada, i el seu fil de tall no és tan eficient, l'escalfament és major ja que oposa major resistència al pas del material.

- Pel que fa a la conductivitat tèrmica del material, com més elevada sigui, major serà el poder d'evacuació de calor i per tant els problemes d'escalfament a les gilletes seran menors.
- Finalment un aspecte vital en el món empresarial, és l'econòmic. Totes les alternatives plantejades tenen un preu molt superior al de les gilletes convencionals que no compensen suficientment les seves millors propietats.

2.2. CANVI DE SISTEMA DE TALL

El sistema de tall tractat en aquest estudi, utilitza una gilette com a eina de tall i un corró ranurat que fa de contragilette (figura 2.1).

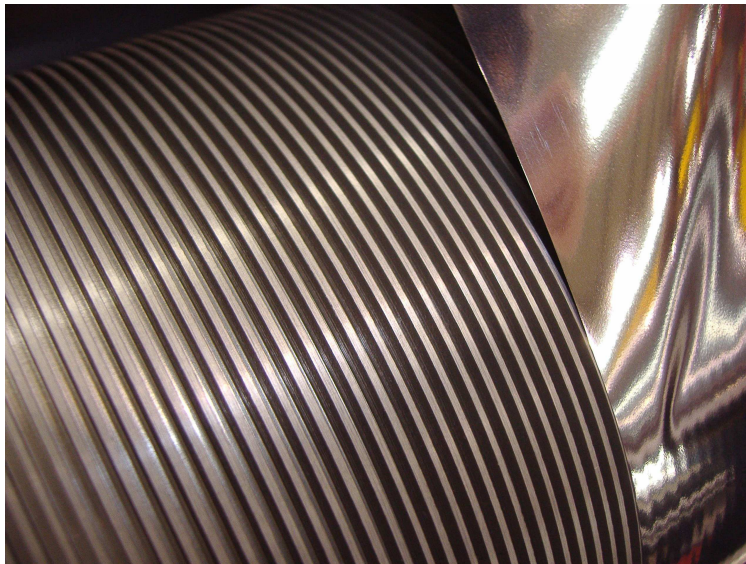


Figura 2.1: *Corró ranurat per sistema de tall amb gilette.*

L'objectiu d'utilitzar un altre sistema de tall seria el d'aconseguir un millor comportament tèrmic de les gilletes, de manera que no calgui una refrigeració externa. Per això, hi ha la possibilitat d'utilitzar el mateix sistema de tall només modificant la posició de la gilette, que s'hauria de desplaçar uns centímetres sobre el mateix portagilletes i sense el rodillo contragilletes.

Amb aquests canvis podríem fer el que s'anomena "tall a l'aire". Amb aquest sistema de tall els problemes deguts a l'escalfament de les gilletes són una mica menors, però segueixen existint; a més a més, aquest tipus de tall no és tan idoni per treballar amb materials amb un alt gramatge (materials gruixuts) ja que sense el corró ranurat la gilette no té cap suport que l'ajudi a fer el tall del film.

Una altra opció seria el de tallar amb ganivetes circulars (figura 2.2).

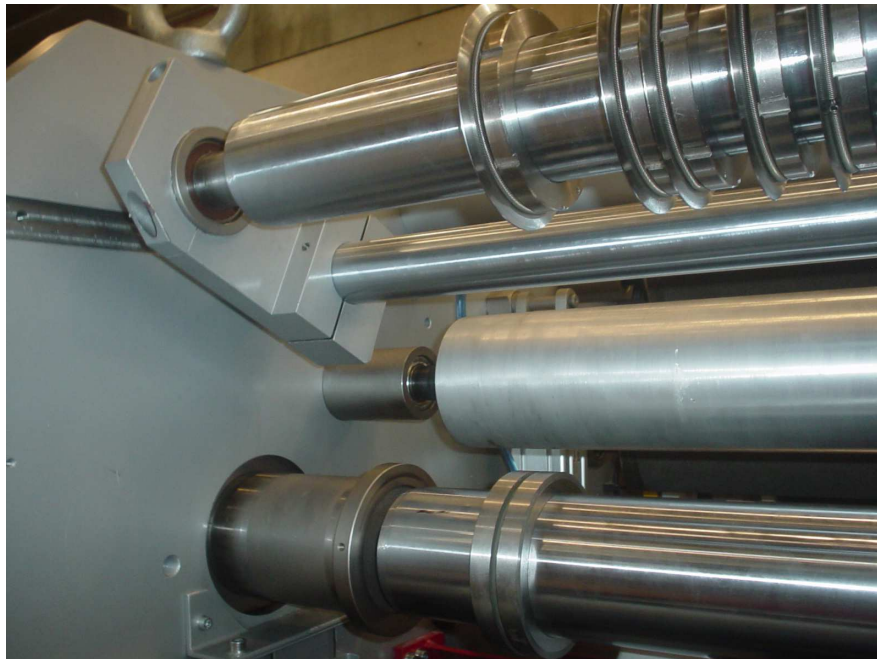


Figura 2.2: Ganivetes circulars (part superior de la imatge). Contraganiveta circular (part inferior de la imatge).

Les ganivetes circulars funcionen amb un sistema de contraganiveta ranurat (figura 2.2) i no tenen problemes d'escalfament. Això és degut precisament a la seva geometria, ja que les ganivetes circulars estan en continua rotació quan treballen, i la superfície de tall varia a mesura que van girant. Tot i així aquest sistema no és vàlid per tallar alguns materials de la indústria de l'embalatge flexible, entre ells, els que provoquen problemes d'esclafament en el tall gilette. El tall amb ganivetes circulars, no permet treballar amb tensions altes dels materials, cosa que el tall gilette sí que ho permet. El sistema de tall circular és ideal per tallar aluminis per exemple.

Per a més informació de talls circulars consultar Annex C.

3. CREACIÓ DEL MODEL TEÒRIC AMB DADES EXPERIMENTALS

En aquest apartat, es detalla tot el procés seguit per realitzar l'estudi tèrmic del conjunt de tall. L'objectiu principal alhora de crear un model teòric que s'aproximi al màxim a la realitat és aconseguir una eina que ens permeti observar el comportament tèrmic del sistema de tall i quantificar-ne el seu escalfament de manera que es pugui dimensionar un sistema de refrigeració adient per a cada cas.

El procés de simulació es realitzarà amb el programa de disseny 3D Sòlid Works, amb el qual es farà el dibuix de les peces i del conjunt, juntament amb un software complementari que ens permetrà fer l'anàlisi tèrmic, anomenat Cosmos.

3.1. CARACTERÍSTIQUES DE LES PECES

En primer lloc cal definir individualment cadascuna de les peces que formen el conjunt de tall amb gilletes i explicar les seves característiques com ara la geometria, el material, el muntatge i el funcionament.

- Eix portagilletes (figura 3.1): és la base del conjunt portagilletes i es fabrica a partir d'una barra perforada de diàmetre 50 mm i longitud 1740 mm. Es mecanitzen els extrems per tal d'encaixar-la a la bancada, es fa una entalla longitudinal que servirà per encaixar-hi una xaveta i un petit rebaix al llarg de tota la seva longitud on s'hi allotjarà un regle (figura 3.2). El material de la barra és F-111 amb un bany superficial de crom amb un gruix de 20 micres.

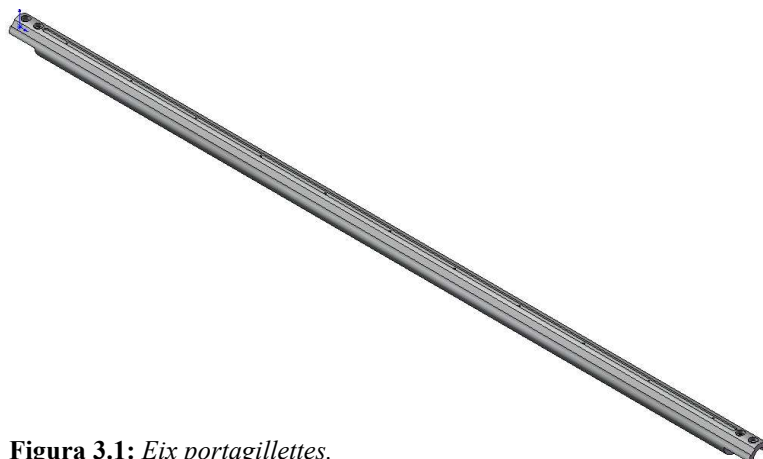


Figura 3.1: *Eix portagilletes.*



Figura 3.2: Eix portagillettes (detall xaveter i allotjament regle).

- Xaveta fixació portagillettes (figura 3.3): aquesta peça està fabricada amb acer F-111, té una longitud total de 1616 mm, una amplada de 10 mm i una alçada de 8 mm, una part dels quals s'allotjarà a l'eix portagillettes i l'altra sobresortirà. Al llarg de la seva longitud hi ha 11 forats avellanats distribuïts uniformement que serviran per fixar la xaveta amb l'eix portagillettes (figura 3.4).

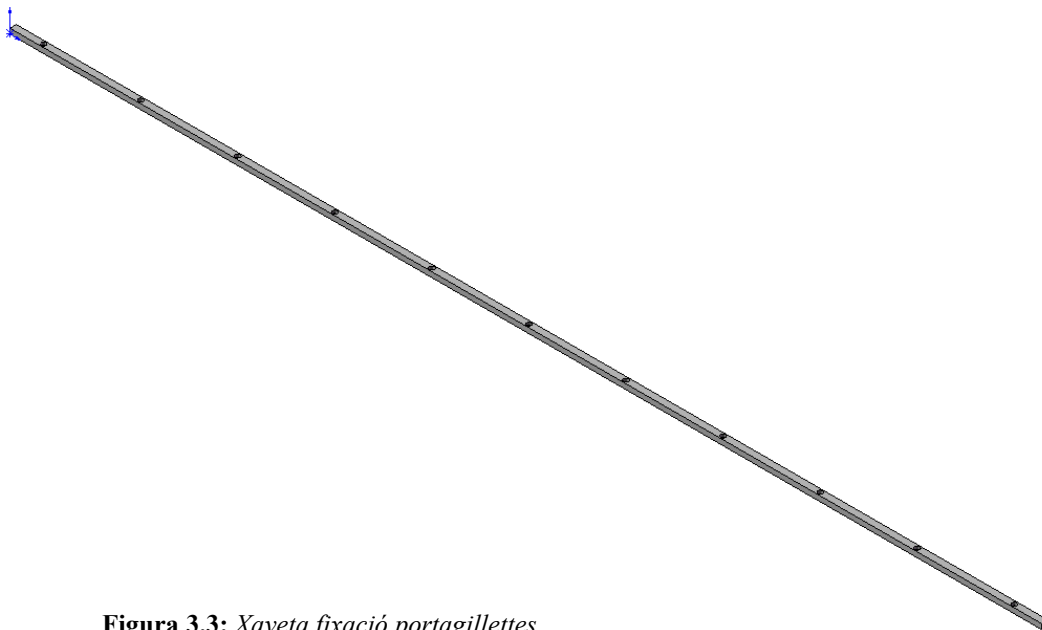


Figura 3.3: Xaveta fixació portagillettes.

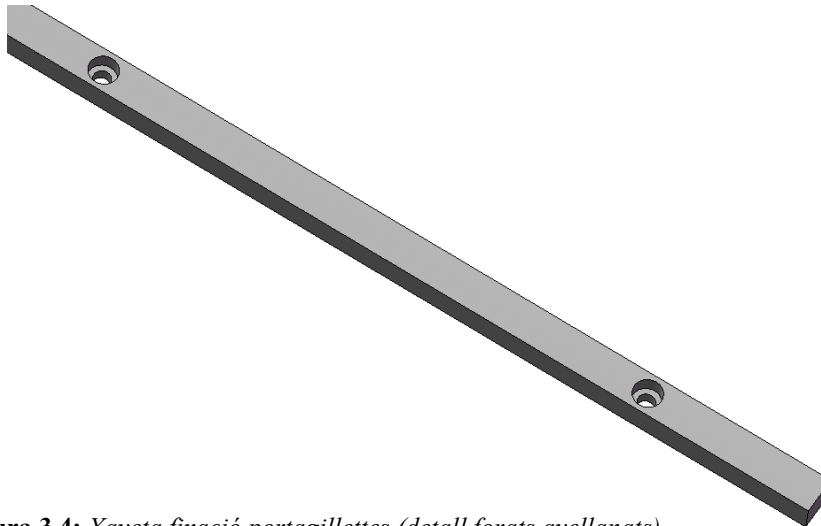


Figura 3.4: Xaveta fixació portagilletes (detall forats avellanats).

- Regle (figura 3.5): aquesta peça està fabricada a partir d'una planxa d'1 mm de gruix d'acer F-111, on es graven les divisions a cada 2 mil·límetres i s'indiquen numèricament. El regle es col·loca a l'allotjament de l'eix portagilletes i s'hi enganxa amb una banda de cola adhesiva.

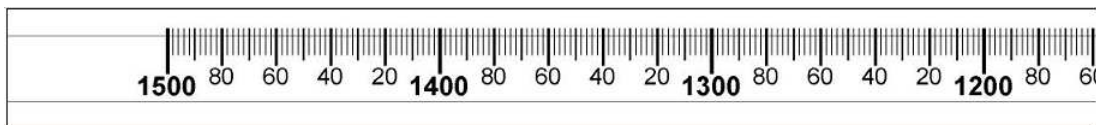


Figura 3.5: Regle 1500 mm (detall d'un extrem).

- Suport magnètic gillette o portagillette (figura 3.6): aquesta peça està fabricada d'alumini 6066; té unes dimensions de 172 mm d'allargada, 80 mm d'amplada i un gruix total de 20 mm. Aquesta és una de les peces més importants del sistema de tall ja que és el suport on es col·loquen les gilletes; precisament en aquest punt, hi trobem dos pivots que faran de guia per la col·locació de les gilletes. A la part central de la peça hi trobem un forat de diàmetre 50 mm on col·locarem l'eix portagilletes essent $\frac{1}{4}$ part del mateix, de diàmetre 29,5 mm per tal d'encaixar amb la xaveta. També consta d'un forat de 45 mm de profunditat, una part del qual té una rosca de M-8 i on col·locarem el pom fixació portagilletes.

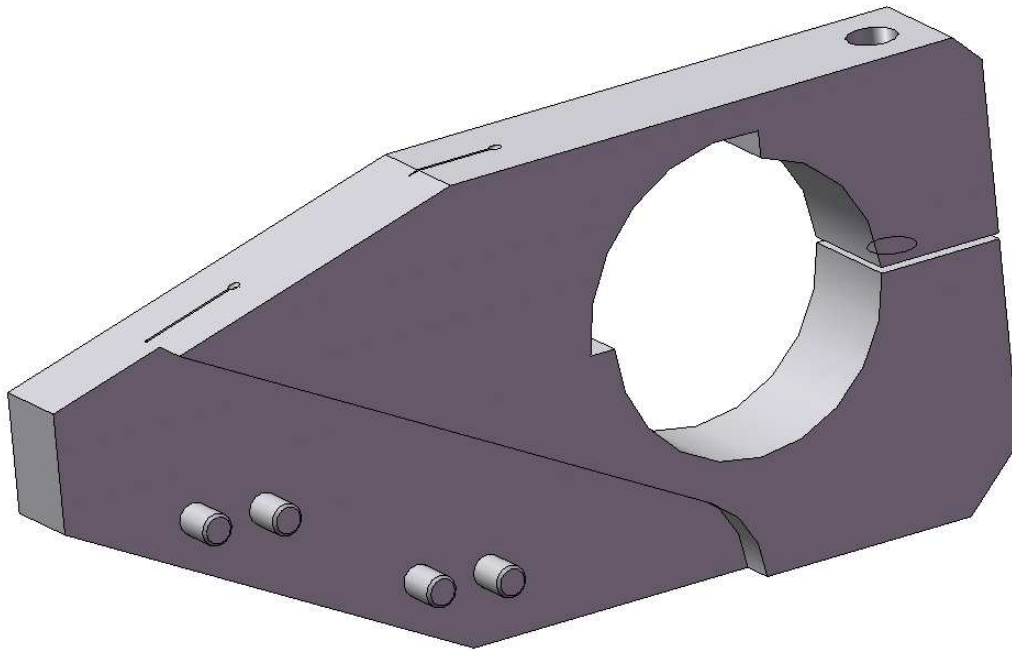


Figura 3.6: *Suport magnètic gillette.*

A la part posterior, hi ha uns forats cecs que serviran d'allotjament d'uns imants de neodimi (figura 3.7). La funció d'aquests, és crear un camp magnètic per atraure les gillettes i així facilitar-ne la seva manipulació quan el conjunt està muntat a la màquina i és necessari muntar, desmuntar o substituir les gillettes.

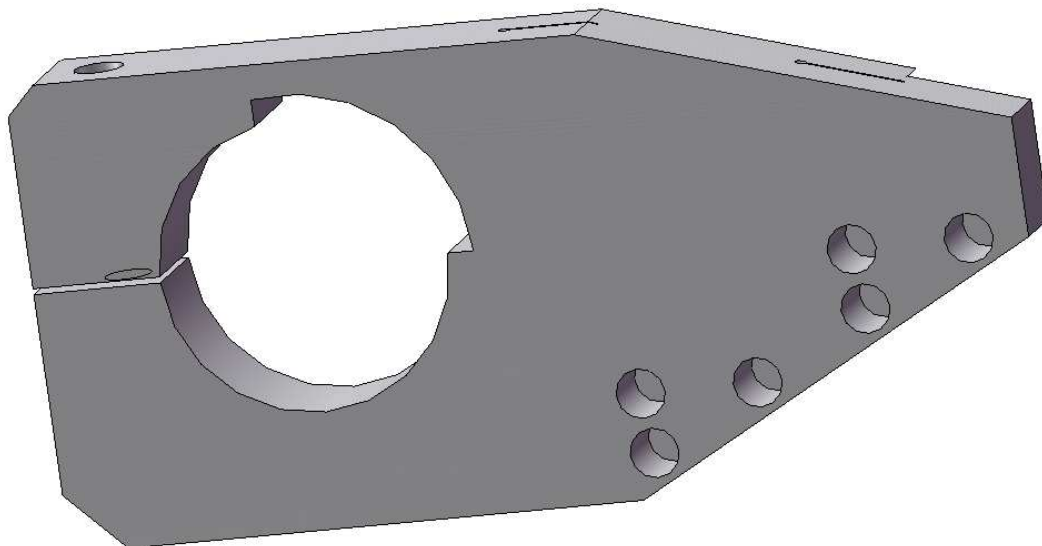


Figura 3.7: *Suport magnètic gillette, cara posterior.*

- Pom fixació portagillette (figura 3.8): aquesta peça de revolució està fabricada amb acer F-111, té una longitud total de 70 mm i tot i que no es pot apreciar a la figura, té una rosca de M-8 al llarg dels 20 mm inferiors de la peça.



Figura 3.8: Pom fixació portagillette.

- Gillette (figura 3.9): aquest element a diferència de tota la resta de peces del conjunt de tall gillette, no es mecanitza sinó que és una peça que es comercialitza. El material del qual està feta és acer F-111 i les dimensions totals són de 43 mm de longitud, 22 mm d'amplada i 0,1 de gruix. A les dues arestes més llargues, és on trobem el fil de tall (línies horitzontals a la figura 3.9).



Figura 3.9: Gillette.

Tan la seva simetria respecte l'eix vertical com respecte l'eix horitzontal, ens permet que la gillette tingui 4 posicions de tall, és a dir, que una vegada s'ha

desgastat la primera cara, encara en té 3 de noves. El pas del material és tal i com es mostra a la figura 3.10.

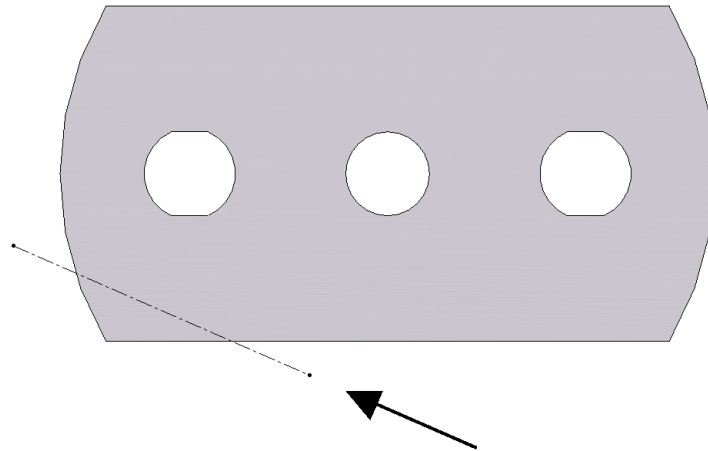


Figura 3.10: *Gillette (detall de la orientació i sentit del pas del material)*

- Placa aplaca gillette (figura 3.11): peça fabricada amb acer F-111, amb una longitud de 47 mm, una amplada de 28 i un gruix de 3 mm. Tal i com es pot observar té unes dimensions semblants a la gillette, ja que està dissenyada per subjectar-la i fer-li pressió contra el suport magnètic gillette. Precisament els pivots d'aquesta, faran de guia alhora de muntar la peça.

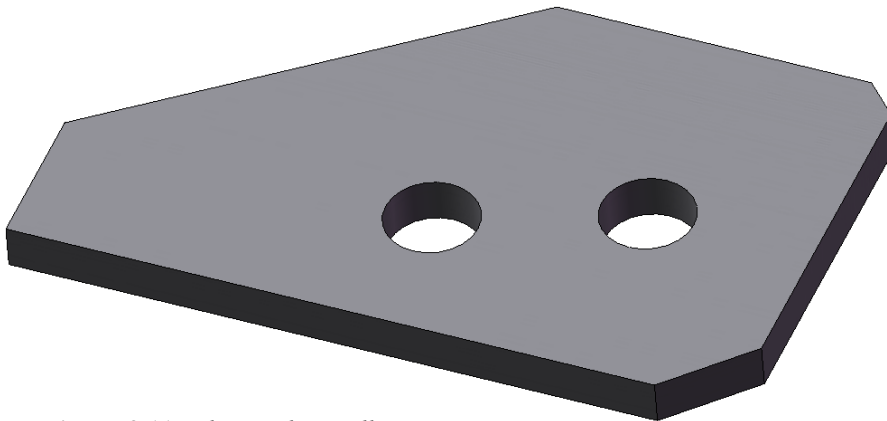


Figura 3.11: *Placa aplaca gillette.*

- Pom fixació gillette (figura 3.12): la funció d'aquesta peça és subjectar el paquet de formes el suport magnètic gilletes, la gillette i la placa aplaca gillette. Està feta amb acer F-111 i té un forat roscat passant de M-5.



Figura 3.12: Pom fixació gilette.

A continuació, es mostra la figura 3.13 on s'observa el muntatge dels imants de neodimi amb el suport magnètic gilette. També s'hi representa un element de forma semblant als imants que simbolitza la cola epòxida que s'utilitza per fixar els imants.

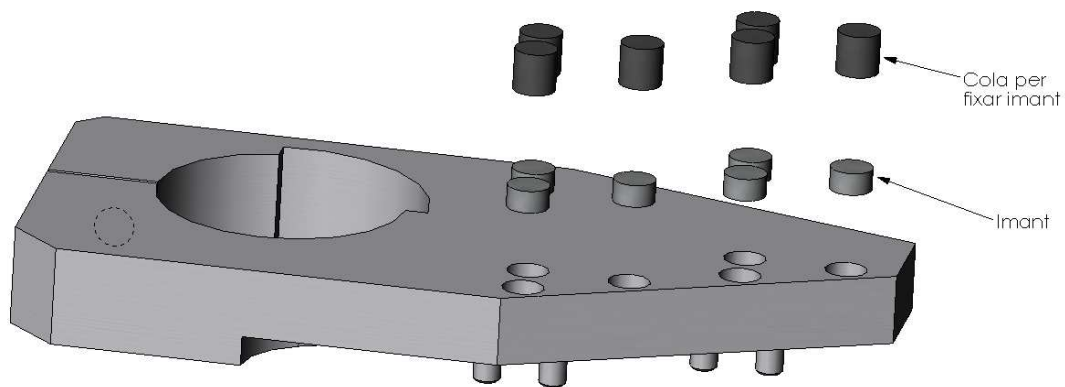


Figura 3.13: Suport magnètic gilette + muntatge imants.

A l'altra cara del suport magnètic gilette, és on es montarà la gilette, la placa aplaca gilette i el pom per fixar aquestes peces (figura 3.14).



Figura 3.14: Muntatge suport magnètic gilette + gilette + placa aplaca gilette + pom fixació gilette + pom fixació portagilette.

Finalment a la figura 3.15 es mostra el muntatge de tot el conjunt de tall gilletes, amb un sol tall, i a la figura 3.16 es mostra el mateix muntatge però amb 10 talls.

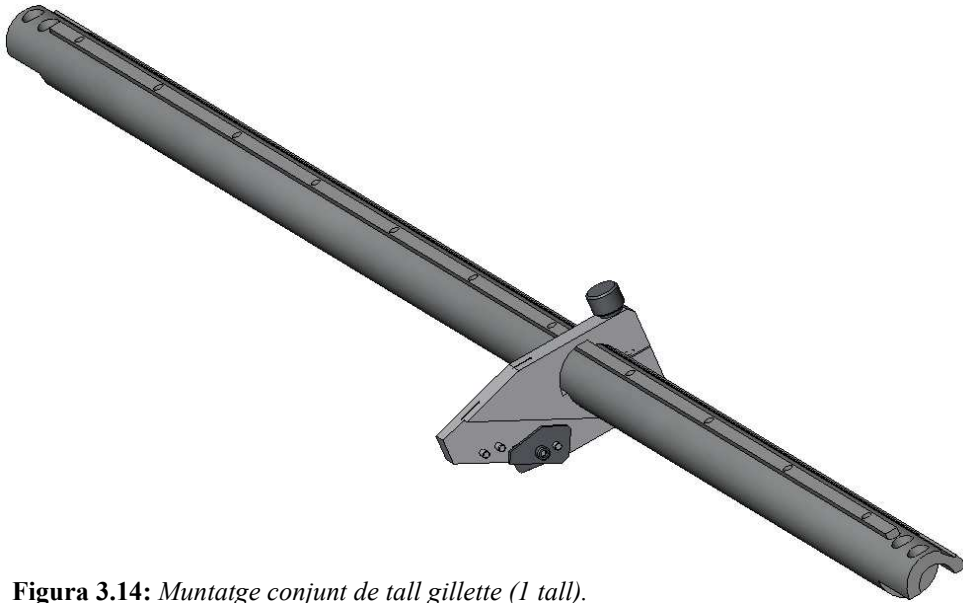


Figura 3.14: Muntatge conjunt de tall gillette (1 tall).

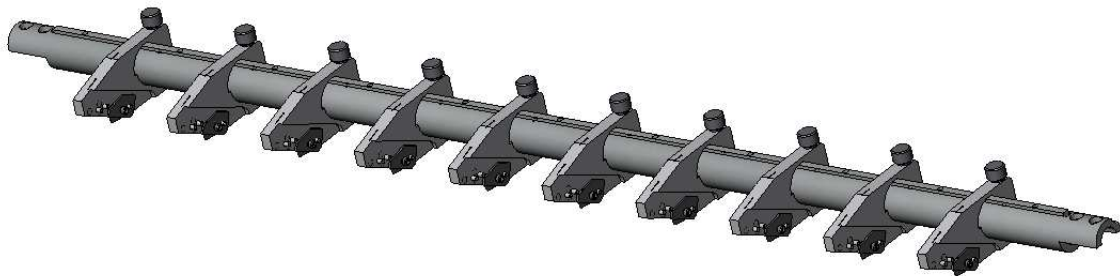


Figura 3.14: Muntatge conjunt de tall gillette (10 talls).

A més del material del qual estan fetes cadascuna de les peces, cal saber-ne les seves propietats físiques. Les taules que trobem a continuació, ens mostren aquesta informació que introduïrem al programa de simulació:

PROPIETATS FÍSQUES DE L'F-111		
Propietat	Valor	Unitats
Mòdul elàstic	210.000,00	N/mm ²
Coefficient de Poisson	0,28	
Mòdul tallant	79.000,00	N/mm ²
Coefficient d'expansió tèrmica	1,30E-05	
Densidad	0,0077	g/mm ³
Conductivitat tèrmica	50,00	W/m K
Calor específic	460,00	J/kg K
Límit a la tracció	723,83	N/mm ²
Límit elàstic	620,42	N/mm ²

Taula 3.1: Propietats físiques de l'F-111).

PROPIETATS FÍSQUES DE L'ALUMINI		
Propietat	Valor	Unitats
Mòdul elàstic	69.000,00	N/mm ²
Coefficient de Poisson	0,33	
Mòdul tallant	26.000,00	N/mm ²
Coefficient d'expansió tèrmica	2,40E-05	
Densidad	0,0027	g/mm ³
Conductivitat tèrmica	170,00	W/m K
Calor específic	1.300,00	J/kg K
Límit a la tracció	124,08	N/mm ²
Límit elàstic	55,15	N/mm ²

Taula 3.2: Propietats físiques de l'alumini.

PROPIETATS FÍSQUES DE L'EPOXI		
Propietat	Valor	Unitats
Mòdul elàstic	6,10	N/mm ²
Coefficient de Poisson	0,49	
Mòdul tallant	2,90	N/mm ²
Coefficient d'expansió tèrmica	6,70E-04	
Densidad	0,0010	g/mm ³
Conductivitat tèrmica	0,14	W/m K
Límit a la tracció	13,79	N/mm ²
Límit elàstic	9,24	N/mm ²

Taula 3.3: Propietats físiques de l'epoxi.

PROPIETATS FÍSQUES DEL NEODIMI		
Propietat	Valor	Unitats
Mòdul elàstic	200.000,00	N/mm ²
Coefficient de Poisson	0,29	
Mòdul tallant	77.000,00	N/mm ²
Coefficient d'expansió tèrmica	1,50E-05	
Densidad	0,0068	g/mm ³
Conductivitat tèrmica	16,50	W/m K
Calor específic	190,00	J/kg K
Límit a la tracció	420,51	N/mm ²
Límit elàstic	351,57	N/mm ²

Taula 3.4: Propietats físiques del neodimi.

Per a més informació del muntatge, funcionament i característiques, veure Annex A.

3.2. FONT DE CALOR

Quan parlem de font de calor en aquest estudi, fa referència a l'aportació d'energia calorífica al sistema de tall, que és deguda a la fricció entre el film i les gilletes que l'estan tallant. Per tant, la interacció d'aquests dos elements són els causants de la font de calor que provoca un augment de la temperatura de les gilletes i les conseqüències que això comporta. Per tal de crear el model teòric, necessitem quantificar aquesta energia calorífica aportada al sistema i per fer-ho s'ha pensat en tres mètodes diferents: un de teòric i dos d'experimentals que es desenvolupen a continuació.

3.2.1. AVALUACIÓ TEÒRICA DE LA FONT DE CALOR

Per fer els càlculs teòrics, cal conèixer les característiques dels elements en qüestió. En aquest cas, coneixem les propietats de la gillette i les del film. També són conegudes les condicions ambientals i de funcionament de la màquina, com per exemple la velocitat a la qual circula el film a través de la gillette. El que no sabem és informació com per exemple la pressió que fa el film sobre la gillette (F_N), si aquesta és uniforme en l'espai i en el temps o no, i tampoc coneixem el coeficient de fricció (μ). Vegem les equacions 3.1 i 3.2 per entendre-ho millor:

$$P = F_f \cdot v \quad (\text{Eq. 3.1})$$

P: potència [W]

F_f : força fricció [N]

v: velocitat [m/s]

$$F_f = F_N \cdot \mu \quad (\text{Eq. 3.2})$$

F_f : força de fricció [N]

F_N : força normal [N]

μ : coeficient de fricció [adimensional]

Per tant amb les equacions 3.1 i 3.2, obtenim l'equació 3.3 per calcular la potència calorífica del focus de calor:

$$P = F_N \cdot \mu \cdot v \quad (\text{Eq. 3.3})$$

De la qual, coneixem el valor de v que seria la velocitat màxima del film que permet anar la màquina que és de 800 m/min que equival a 13,33 m/s, però no coneixem els valors de F_N ni de μ .

Així doncs, degut a la falta d'informació teòrica, i davant la possibilitat de fer hipòtesis sobre els valors desconeguts sense la certesa que aquests s'aproximin a la realitat, descartem fer aquests càlculs teòrics.

3.2.2. AVALUACIÓ EXPERIMENTAL FONT DE CALOR: MESURA D'INTENSITATS

Analitzant el funcionament del sistema de tall, i l'escalfament que aquest sofreix, podem deduir que les gilletes ofereixen una resistència al pas del material. Aquesta resistència es transforma en energia calorífica la qual provoca l'escalfament de les gilletes. Per tant, l'element encarregat de fer circular el material a través de la màquina, haurà de fer un esforç determinat si aquest ho fa sense que el tallem, però aquest esforç serà superior si estem tallant el material ja que hi afegim una resistència, en aquest cas les gilletes.

Així doncs, s'ha decidit mesurar aquest fenomen de manera experimental per tal de quantificar la resistència de les gilletes i per tant la font de calor. Per dur a terme aquest assaig, s'ha escollit una talladora de Proslit que es troba al seu taller de muntatge, i en període de proves. La màquina en qüestió és l'Eikon MP128, amb un desbobinador SL amb un frè, sistema de tall gilletes i sistema d'anells de boles pels eixos rebobinadors.

Una vegada coneguda la màquina, anem a detectar quins són els elements encarregats de fer circular el material flexible a través de la màquina. Sovint, quan una màquina va equipada amb un desbobinador SL, aquest porta incorporat un o dos motors per tal de fer girar la bobina o frenar-la si és necessari i així mantenir la tensió del material. En aquest cas, només porta un frè que ajudarà a mantenir la tensió però no farà

girar el desbobinador. El següent element d'aquest tipus que trobem és el motor que acciona el corró d'arrossegament situat just després del tall gillette. Aquest, és el que fa tot l'esforç per fer circular el material des de la bobina que es troba al desbobinador fins després del tall. Tots els elements que trobem després d'aquest motor, només tenen la funció d'acompanyament del material en els trams posteriors al corró d'arrossegament, per tal de fer-lo circular i mantenir-ne la tensió fins que aquest arriba als eixos rebobinadors.

El motor d'arrossegament, serà l'únic element del qual haurem de pendre mesures i ho farem de la següent manera:

PROCEDIMENT:

L'objectiu és mesurar l'esforç addicional que farà el motor quan les gilletes estiguin tallant i teòricament això es veurà reflectit en un augment de la intensitat consumida pel motor. Per tant, primer prepararem la màquina perquè fagi circular material sense tallar-lo. Posarem en funcionament la màquina i quan aquesta arribi a la velocitat escollida, la mantindrem de manera constant i agafarem 5 mesures d'intensitat del motor d'arrossegament en intervals de 10 segons entre cadascuna d'elles. Es procedirà a aturar la màquina. Seguidament, col·locarem les gilletes en posició de tall i sense canviar cap altre paràmetre de la màquina, repetirem les mesures seguint el mateix procediment.

Les mesures d'intensitat consumida que obtindrem del motor d'arrossegament, seran d'una fase del motor. Per tant utilitzarem l'equació 3.4 per calcular la intensitat trifàsica consumida:

$$I_{III} = \sqrt{3} \cdot I_f \quad (\text{Eq. 3.4})$$

I_{III}: Intensitat trifàsica (Amperes)

I_f: Intensitat de fase (Amperes)

Obtinguda la intensitat trifàsica, calcularem la potència total consumida pel motor de la següent manera mitjançant l'equació 3.5:

$$P_{III} = V \cdot I_{III} \cdot \cos \varphi \quad (\text{Eq. 3.5})$$

P: Potència total consumida (Watts)

V: Tensió (Volts)

I_{III}: Intensitat trifàsica (Amperes)

cos φ: Factor de potència (adimensional)

Quan obtinguem la potència total consumida pel motor d'arrossegament, restarem la calculada a partir de mesures d'intensitat amb tall i la calculada a partir de les mesures d'intensitat sense tall. El resultat el dividirem entre el nombre de talls amb els quals s'han fet les mesures tal i com es mostra a l'equació 3.6:

$$P(n) = [P_{III}(\text{amb tall}) - P_{III}(\text{sense tall})] / n \quad (\text{Eq. 3.6})$$

P(n) = Potència consumida per 1 gilette (Watts)

P_{III}: Potència total consumida (Watts)

n: número de talls (gilletes)

ELEMENTS NECESSARIS:

L'eina utilitzada per mesurar les intensitats és una pinça amperimètrica digital, model HIBOC-52C (figura 3.15).



Figura 3.15: Pinça amperimètrica digital.

MESURES:

A continuació podem observar informació d'alguns paràmetres de la màquina i del seu funcionament amb les qual s'ha fet l'assaig. Seguidament trobem les intensitats mesurades (Taula 3.5).

- Situació: instal·lacions de Proslit Equipment a Riudellots de la Selva.
- Màquina: Eikon 1350 SL (MP 128)
- Número total de talls (n): 2
- Velocitat lineal del material: 600 m/min
- Tipus de material: polipropilè aluminitzat
- Gruix del material: 0,03 mm
- Tensió del motor (V): 400 V

INTENSITAT (Amperes)		
Núm. Mesura	Sense tall	Amb tall
1	5,24	4,79
2	5,08	4,93
3	5,10	4,74
4	5,14	4,81
5	5,10	4,79

Taula 3.5: *Mesures experimentals de la intensitat consumida pel motor d'arrossegament.*

A continuació s'adjunta una imatge (figura 3.16) tal i com es van fer les mesures d'intensitat amb la pinça amperimètrica. S'observa que s'agafa una sola fase i per tant, això es té en consideració alhora de fer els càlculs. A la part superior també hi observem una corretja dentada que és la que transmet el moviment del motor al corró d'arrossegament situat mes amunt.



Figura 3.16: Pinça amperimètrica digital durant les mesures d'intensitat del motor d'arrossegament.

CÀLCULS:

Com que s'han agafat 5 valors per a cada tipus de mesura, farem la mitjana aritmètrica, i els càlculs amb el valor resultant.

$$I_f (\text{sense tall}) = (5,24 + 5,08 + 5,10 + 5,14 + 5,10) \text{ A} / 5 = 5,132 \text{ A}$$

$$I_f (\text{amb tall}) = (4,79 + 4,93 + 4,74 + 4,81 + 4,79) \text{ A} / 5 = 4,812 \text{ A}$$

- Càlcul de la intensitat trifàsica:

$$I_{III} = \sqrt{3} \cdot I_f$$

$$\text{Sense tall: } I_{III} = \sqrt{3} \cdot 5,132 \text{ A} = 8,89 \text{ A}$$

$$\text{Amb tall: } I_{III} = \sqrt{3} \cdot 4,812 \text{ A} = 8,34 \text{ A}$$

- Càlcul de la potència total consumida:

$$P_{III} = V \cdot I_{III} \cdot \cos \varphi$$

$$\text{Sense tall: } P_{III} = 400 \text{ V} \cdot 8,89 \text{ A} \cdot 0,8 = 2.844,8 \text{ W}$$

$$\text{Amb tall: } P_{\text{III}} = 400 \text{ V} \cdot 8,34 \text{ A} \cdot 0,8 = 2.668,8 \text{ W}$$

- Càlcul de la potència unitària consumida:

$$P(n) = [P_{\text{III}}(\text{amb tall}) - P_{\text{III}}(\text{sense tall})] / n$$

$$P(n) = 2.668,8 \text{ W} - 2.844,8 \text{ W} = -176 \text{ W}$$

S'observa que el resultat de la potència unitària consumida és negatiu. Això vol dir que segons els càlculs fets sobre els valors experimentals, el motor consumiria més potència quan treballa sense la resistència que ofereixen les gilletes al tallar el material, que quan treballa amb aquestes tallant el film.

Un fet a tenir en compte és que la resistència que ofereixen les gilletes és molt petita en comparació a la resistència que ofereix la resta de mecanismes que acciona el motor a l'arrossegar el material. Aquests mecanismes són:

- Desbobinar la bobina tenint en compte que aquesta té un pes considerable i que té associat un frè elèctric per tal de mantenir el material en tensió i això també dificulta el desbobinat de la bobina de film.
- Arrossegar una longitud de material d'aproximadament 3 metres sortejant 10 corrons tal i com es pot observar a la figura 1.1.

Així doncs, pràcticament tota la intensitat consumida pel motor serà per accionar aquests mecanismes esmentats i un percentatge petitíssim serà per vèncer la resistència de les gilletes. Pel fet de ser tant petit no podem apreciar la diferència d'intensitat que esperavem trobar entre les mesures amb tall i les sense tall. Així doncs, aquest factor juntament amb el fet que no disposem d'instruments amb major precisió que ens permetin fer les mesures més acuradament, explicarien el resultat de -176 W i per tant, aquest mètode no és vàlid per trobar el valor de la font de calor.

3.2.3. AVALUACIÓ EXPERIMENTAL FONT DE CALOR: MESURA DE TEMPERATURES

Amb la creació del model teòric, podrem observar el comportament tèrmic del sistema de tall gilletes, és a dir, de cada element podrem saber la seva temperatura a l'instant de temps que desitgem. El que es farà és fer un assaig experimental agafant els valors de temperatures que assoleixen les diferents peces que formen el conjunt de tall en diferents intervals de temps. Crearem un model teòric amb les mateixes condicions que hem tingut durant les mesures experimentals i farem una hipòtesi pel valor de la font de calor. El resultat teòric que obtindrem de les temperatures dels diferents elements, el compararem amb els valors experimentals i en funció d'això, variarem el valor teòric de la font de calor. Compararem de nou els valors de les temperatures del model teòric amb les experimentals i iterarem fins a trobar un valor de la font de calor amb el qual obtinguem un comportament tèrmic del sistema segons el model teòric, similar a les mesures experimentals.

PROCEDIMENT:

El primer que farem és preparar una Eikon amb tall gillette per poder-hi treballar i fer les proves amb film. Abans de posar-la en funcionament, pendrem les mesures que fan referència a l'ambient on es troba la màquina, és a dir, agafarem els valors instantanis de:

- Temperatura ambient (°C)
- Humitat relativa (%):
- Temperatura equivalent segons el grau d'humitat (°C)
- Punt de rosada (°C)
- Velocitat instantànea del vent (m/s)
- Temperatura equivalent al refredament degut al vent (°C)

Tan la temperatura ambient com la velocitat instantànea del vent, són valors que necessitem saber per introduir-los al programa de simulació ja que són unes de les variables que influeix en la convecció entre les peces del tall gillette i l'aire que les envolta. Pel que fa a la humitat relativa i el punt de rosada, són valors que cal saber en

un hipotètic disseny d'un equip de refrigeració ja que si algun element arribés a la temperatura de rosada o inferior, es produïria una condensació indesitjada.

Una vegada obtinguts aquests valors, procedirem a posar en funcionament la màquina talladora. Agafarem mesures de temperatura de la gilette, de la placa aplaca gilette i del suport magnètic gilette en intervals de temps de 30 segons. També pendrem la mesura de temperatura de la barra portagilletes a l'inici i al final de la prova. La longitud de material que es tallarà és la màxima permesa sense aturar la màquina; aquest límit el marca la bobina del rebobinat que admet un diàmetre màxim de 610 mm. Seguirem el procediment esmentat tan pel primer assaig que farem a un velocitat intermitja com pel segon assaig que farem a la velocitat màxima que ens permeti la màquina.

ELEMENTS NECESSARIS:

Els instruments utilitzats que han estat necessaris per pendre correctament les mesures d'aquest assaig són els següents:

- Sonda digital multifunció de la marca Kestrel model K3000 (figura 3.17). Aquesta sonda multifunció, ens permetrà mesurar temperatura ambient, humitat relativa i velocitat del vent.



Figura 3.17: Sonda digital multifunció (temperatura, humitat, velocitat vent)

- Pistola làser i sonda de contacte digitals per mesurar temperatures, de la marca Testo, model 845.



Figura 3.18: Sondes digitals per mesurar temperatures (part superior: làser; part inferior: de contacte)

MESURES:

A continuació es mostren els valors de les condicions de l'ambient, instants abans de començar l'assaig experimental amb la talladora.

- Situació: instal·lacions de Proslit Equipment a Riudellots de la Selva.
- Temperatura ambient: 20,4 °C
- Humitat relativa: 20 %
- Temperatura equivalent segons el grau d'humitat: 18,2 °C
- Punt de rosada: 4,7 °C
- Velocitat instantànea del vent: 0 m/s
- Temperatura equivalent al refredament degut al vent: 20,4 °C

En el següent dibuix (figura 3.19) podem apreciar a quins punts del conjunt de tall gillette pendrem les mesures de temperatura, i quin nom designem per a cada punt. Cal indicar que T1 és un punt situat immediatament després de la línia que descriu el material per damunt la gillette (figura 3.10), per tant es troba just al costat del focus de calor.

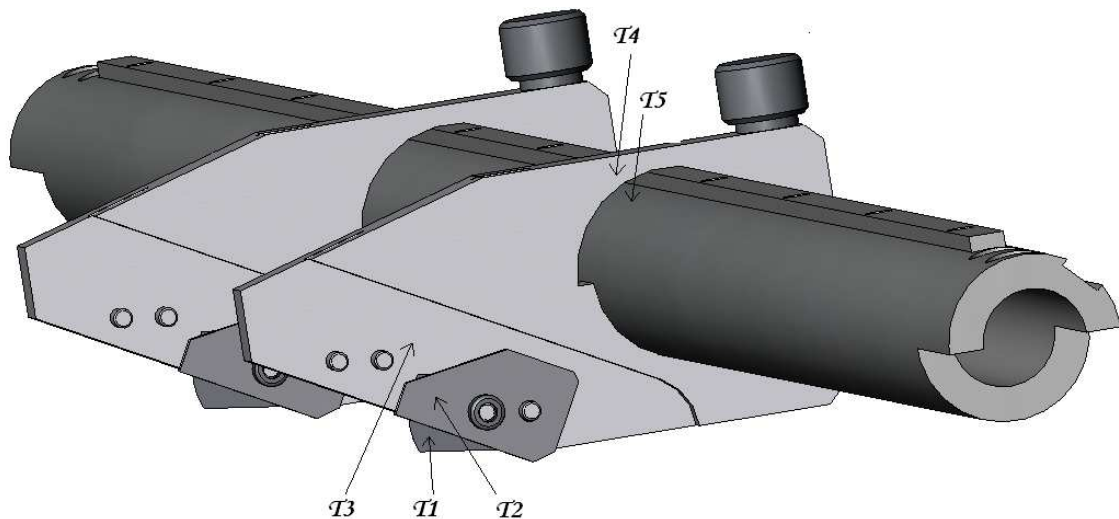


Figura 3.19: *Conjunt portagillette amb indicació dels punts de mesura de temperatures.*

ASSAIG 1:

Seguidament trobem els paràmetres de funcionament de la màquina amb la qual s'ha fet l'assaig i la taula 3.6 amb els valors de temperatura mesurats a una velocitat de tall intermitja. Les columnes "Temps" fan referència al temps transcorregut en el moment que es pren cada mesura, agafant com a temps = 0 el moment en el que es posa en funcionament la màquina.

- Màquina: Eikon 1350 SL (MP 128)
- Número total de talls (n): 2
- Velocitat lineal del material: 200 m/min
- Tipus de material: polipropilè aluminitzat imprès
- Gruix del material: 0,03 mm
- Diàmetre de la bobina tallada: 508 mm

MESURES EXPERIMENTALS DE TEMPERATURES 200 m/min				
TEMPS (min)	TEMPS (s)	T1 (C°)	T2 (C°)	T3 (C°)
0,0	0	20,3	20,0	20,2
0,5	30	22,3	20,2	20,2
1,0	60	25,0	20,4	20,2
1,5	90	24,7	20,4	20,3
2,0	120	24,8	20,5	20,4
2,5	150	25,0	20,5	20,5
3,0	180	24,9	20,5	20,5
3,5	210	25,4	20,7	20,6
4,0	240	26,0	20,7	20,7
4,5	270	26,7	20,8	20,7
5,0	300	27,2	21,0	20,9
5,5	330	27,2	21,0	20,9
6,0	360	27,1	21,1	21,0
6,5	390	27,0	21,3	21,1
7,0	420	27,1	21,2	21,3
7,5	450	27,2	21,3	21,3
8,0	480	27,2	21,5	21,5
8,5	510	26,9	21,5	21,5
9,0	540	27,3	21,6	21,5
9,5	570	27,4	21,6	21,6
10,0	600	27,5	21,8	21,7
10,5	630	27,8	21,7	21,7
11,0	660	27,8	21,8	21,7
11,5	690	28,0	21,8	21,6
12,0	720	27,9	21,7	21,7
12,5	750	27,8	21,7	21,7
13,0	780	27,6	21,8	21,8
13,5	810	27,4	21,8	21,8
14,0	840	27,4	21,7	21,8
14,5	870	27,5	21,9	21,9
15,0	900	27,3	21,9	21,9
15,5	930	27,4	22,0	22,0

16,0	960	27,2	22,1	22,0
16,5	990	27,4	22,1	21,9
17,0	1.020	27,4	22,0	22,0
17,5	1.050	27,2	22,0	22,1
18,0	1.080	27,3	21,9	22,1
18,5	1.110	27,4	21,9	22,0
19,0	1.140	27,4	22,0	22,1
19,5	1.170	27,5	22,1	22,1
20,0	1.200	27,4	22,2	22,1

Taula 3.6: *Mesures experimentals de les temperatures (velocitat de tall = 200 m/min).*

Pel que fa a la temperatura del suport magnètic gillette en el punt T4 i la temperatura de la barra portagilletes en el punt T5, han estat mesurades a l'instant inicial, quan ha començat a funcionar la màquina (0 segons) i a l'instant final (1200 segons) obtenint els següents valors:

- 0 segons: T4 = 20,2 °C; T5 = 20,2 °C
- 1200 segons: T4 = 20,3 °C; T5 = 20,1 °C

S'observa que els valors finals pràcticament no han variat respecte els inicials, per tant, podem considerar que en aquestes condicions, aquests dos punts no es veuen afectats per l'escalfament de les gilletes.

ASSAIG 2:

A continuació es descriuen de nou els paràmetres de funcionament de la màquina amb els quals s'ha dut a terme l'assaig i la taula 3.7 amb els valors de temperatura mesurats a la màxima velocitat que ens ha permès la màquina.

- Màquina: Eikon 1350 SL (MP 128)
- Número total de talls (n): 2
- Velocitat lineal del material: 600 m/min
- Tipus de material: polipropilè aluminitzat imprès
- Gruix del material: 0,03 mm
- Diàmetre de la bobina tallada: 610 mm

MESURES EXPERIMENTALS DE TEMPERATURES 600 m/min				
TEMPS (min)	TEMPS (s)	T1 (C°)	T2 (C°)	T3 (C°)
0,0	0	20,0	19,9	19,9
0,5	30	23,4	22,5	22,5
1,0	60	35,0	22,4	22,4
1,5	90	36,0	22,4	22,4
2,0	120	34,0	19,9	19,9
2,5	150	34,5	20,6	20,5
3,0	180	34,5	19,9	19,4
3,5	210	36,0	20,6	20,7
4,0	240	38,0	19,9	20,6
4,5	270	38,0	20,8	20,7
5,0	300	38,2	20,5	20,8
5,5	330	38,4	20,9	20,7
6,0	360	38,8	20,9	20,8
6,5	390	41,1	21,0	20,8
7,0	420	43,0	21,0	20,8
7,5	450	46,7	20,9	20,9
8,0	480	50,2	20,9	20,9

Taula 3.7: *Mesures experimentals de les temperatures (velocitat de tall = 600 m/min).*

Pel que fa a la temperatura del suport magnètic gillette en el punt T4 i la temperatura de la barra portagilletes en el punt T5, de la mateixa manera que en l'assaig anterior, han estat mesurades a l'instant inicial quan ha començat a funcionar la màquina (0 segons) i a l'instant final (480 segons) obtenint els següents valors:

- 0 segons: T4 = 19,9 °C; T5 = 19,8 °C

- 480 segons: T4 = 19,9 °C; T5 = 19,9 °C

Tal i com hem observat en el primer assaig, els valors finals pràcticament no han variat respecte els inicials, per tant, podem considerar que en aquestes condicions tot i ser més extremes, aquests dos punts tampoc es veuen afectats per l'escalfament de les gilletes.

CÀLCULS AMB EL COSMOS WORKS:

Finalitzats els assajos experimentals, el següent pas és traspassar tota la informació recopilada, al programa informàtic que hem escollit per crear el model teòric. Aquest és el procés a seguir amb el programa Cosmos de Solid Works:

1. Dibuixar les peces amb el programa de disseny 3D tal i com es mostra a l'apartat 3.1.
2. Crear l'ensamblatge amb les peces dibuixades a l'apartat anterior.
3. Assignar el material i les seves característiques tècniques a cada peça del conjunt segons les taules 3.1, 3.2, 3.3 i 3.4.
4. Crear un estudi nou d'anàlisi de temperatures variables, que li assignarem el nom de Model teòric 1; seleccionem l'opció de *Solid Mesh* i la de *Thermal*. Una vegada l'hem creat, modifiquem les seves característiques i a la pestanya de *Solution type*, seleccionem l'opció *Transient* i introduïm el temps total que serà de 1.200 segons i un increment de 30 segons. D'aquesta manera, la solució del programa ens mostrarà informació de temperatures en intervals de 30 segons amb una durada total de 1200 s, igual que les dades de l'assaig experimental 1.

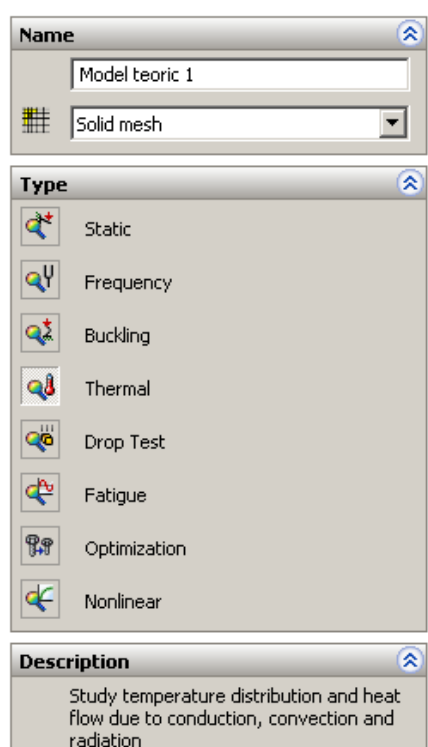


Figura 3.20: Crear estudi nou

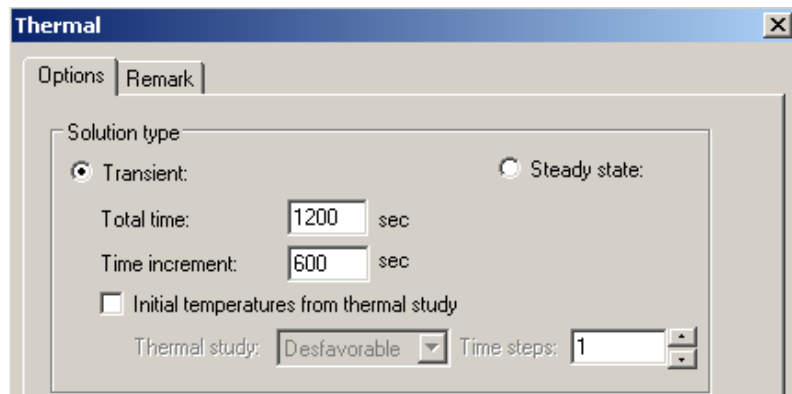


Figura 3.21: Temps total i intervals.

- Creem una pestanya amb la informació de temperatura que s'anomenarà Temperature-1 (figura 3.22). Seleccionem l'opció de temperatura inicial i assignem segons la taula 3.6, 20,3 °C a la gilette. Repetim la mateixa operació per la resta de peces: Temperature-2 per la placa aplaca a 20 °C i Temperature-3 (figura 3.23) pel suport magnètic gilette i la barra portagilette que es troben a 20,2 °C; també suposarem que la resta de components es troben a 20,2 °C com la xaveta, el regle, els imans, la cola que els subjecta i els poms.

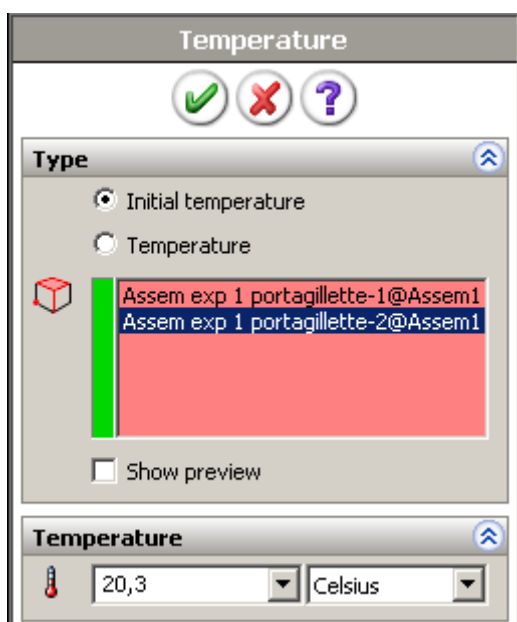


Figura 3.22: Definir Temperature-1.

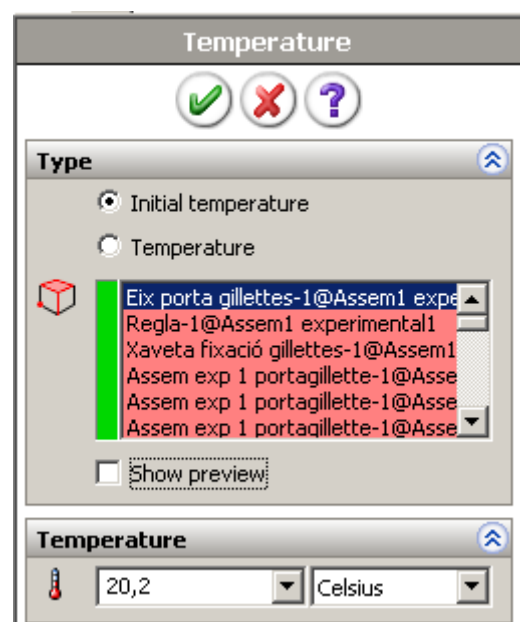


Figura 3.23: Definir Temperature-3

- Creem una nova pestanya amb la informació de la font de calor (figura 3.24) que s'anomenarà Heat Power-1. Seleccionem la gilette com a font de calor i li hem d'assignar un valor expressat en Watts. Aquest és precisament el valor que desconexem i que estem buscant. Farem una hipòtesis inicial i suposarem que la fricció de les gilletes amb el film genera un font de calor de 100 W.

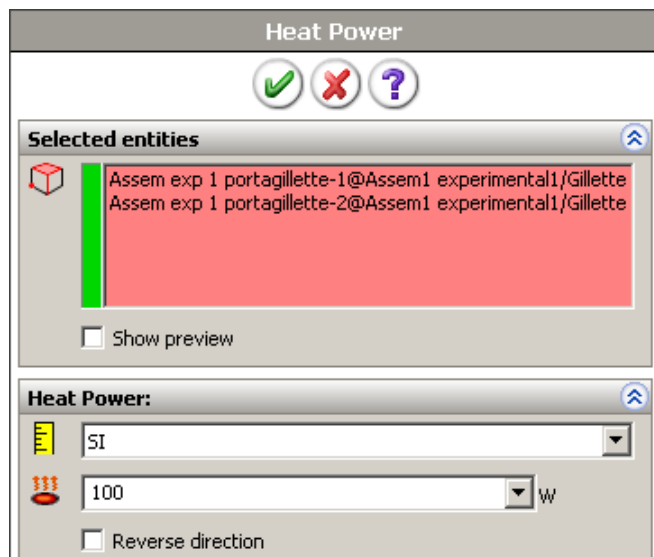


Figura 3.24: Focus de calor

7. Novament creem una pestanya, que s'anomenarà Convection-1 (figura 3.25) i que servirà per reflectir la convecció que hi ha entre les peces i l'aire. Les entitats que s'han de seleccionar són totes les cares de les peces que estan en contacte directe amb l'aire. Introduïm el coeficient de convecció que serà $25 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$; aquest coeficient, podria variar en funció de la orientació de les cares i la distribució i moviment de l'aire però ho aproximem suposant que l'aire està en repòs i les cares de les peces són llises. El programa també ens demana la temperatura ambient, que serà la mesurada durant l'assaig experimental de $20,4^\circ\text{C}$.

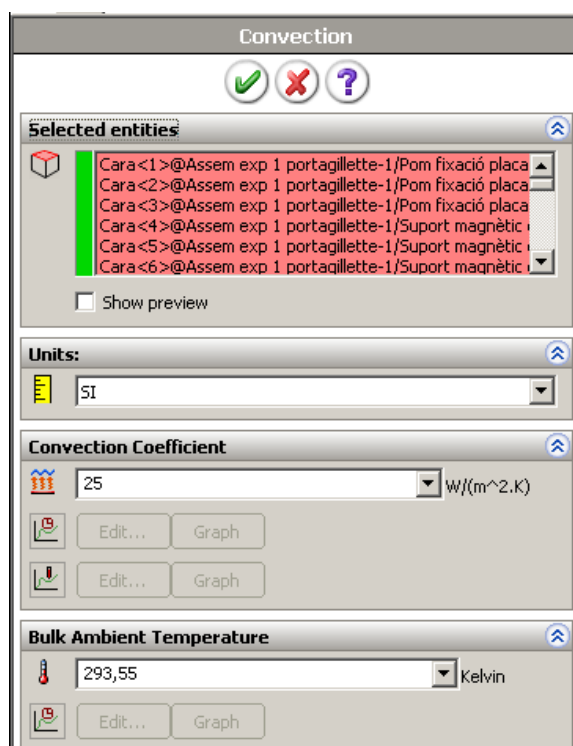


Figura 3.25: Convecció

8. Finalment l'últim pas és mallar les peces. Creem el mallat i en el menú que ens apareix seleccionarem les opcions tal i com es mostra en la figura 3.26.

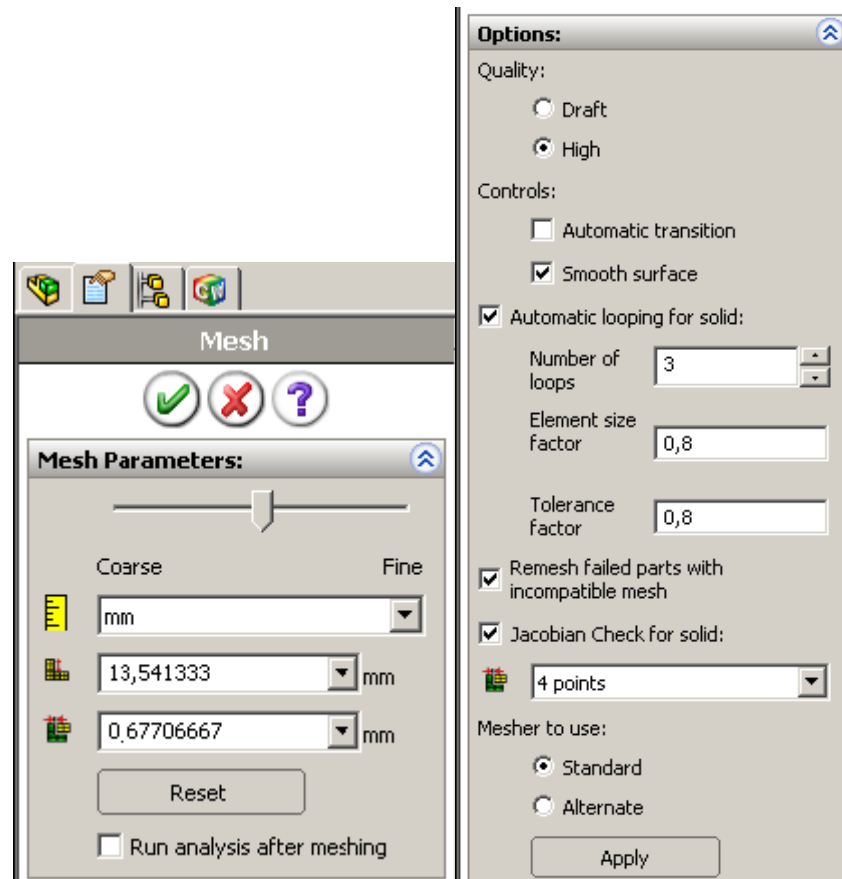


Figura 3.26: Quadre d'opcions del mallat.

La figura 3.27 mostra tal com queda el conjunt de tall gilletes una vegada està mallat.

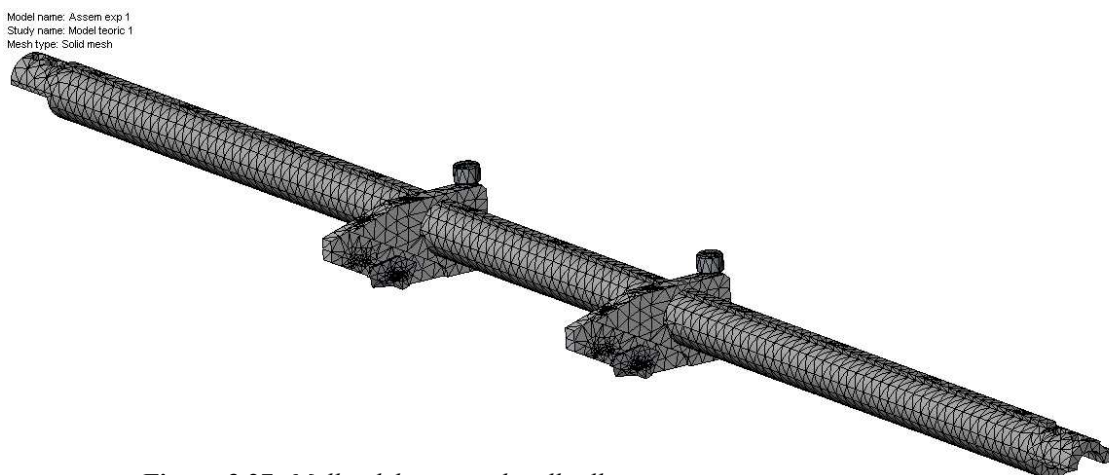


Figura 3.27: Mallat del conjunt de tall gilletes.

La figura 3.28 ens mostra la finestra que ens informa de l'estat de la simulació mentre aquesta es duu a terme. Hi podem observar informació del mallat com per exemple que està format per 25.185 elements i 44.064 nodes. També podem veure que els càlculs que fa el programa, estan dividits en 40 passos (1.200 segons / intervals de 30 segons = 40) la qual cosa vol dir que obtindrem la informació detallada cada 30 segons de la simulació. També ens indica que després de 27 minuts i 2 segons ha fet els càlculs de 36 dels 40 passos.

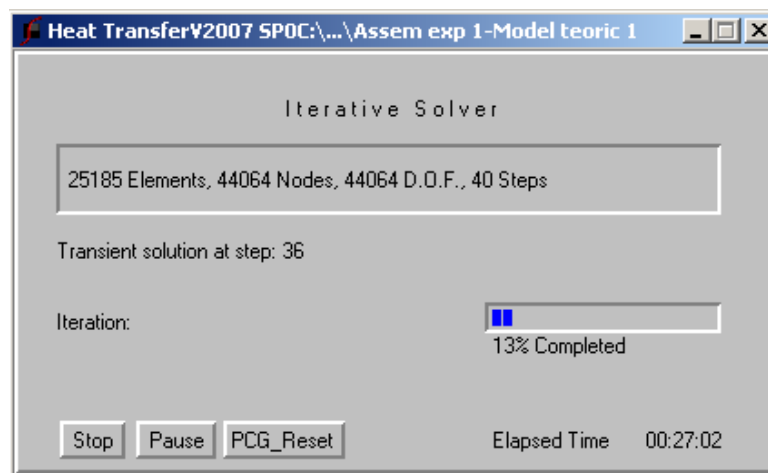


Figura 3.28: Finestra informativa de l'estat de la simulació mentre el Cosmos fa els càlculs.

Una vegada ha finalitzat la simulació amb la hipòtesis inicial de la font de calor de 100 W els resultats obtinguts són els que es mostren a la figura 3.29.

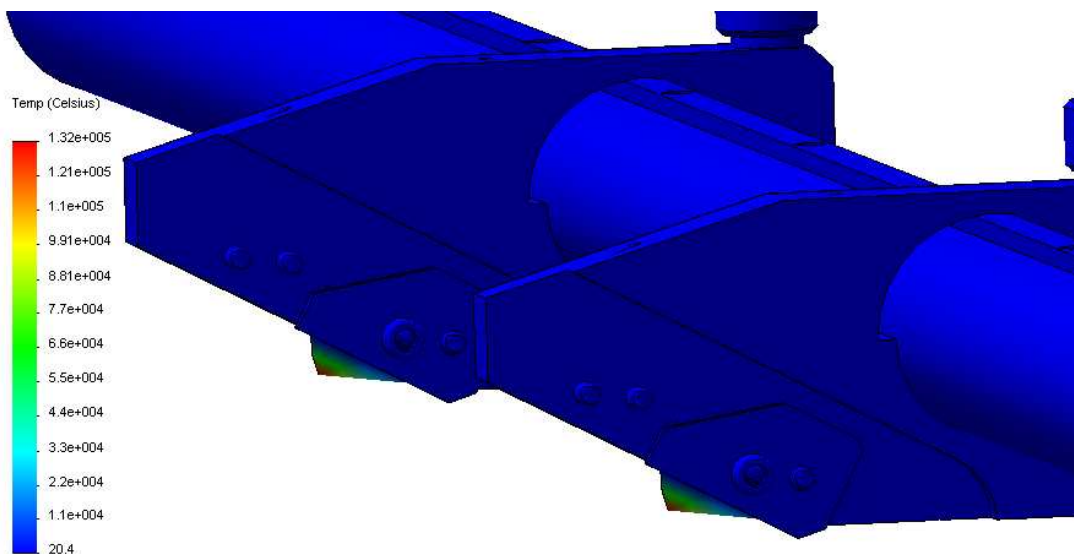


Figura 3.29: Distribució de temperatures. Font de calor = 100 W

S'observa que la temperatura màxima que aconsegueix la gilette després de 1.200 segons, és de l'ordre de $1,32 \cdot 10^5$ °C, la qual cosa indica que la hipòtesis que hem fet sobre la font de calor, és desproporcionada.

Repetirem de nou la simulació i en aquest cas, fixarem en 10 W el valor que suposem de la font de calor. Els resultats es mostren a la figura 3.30.

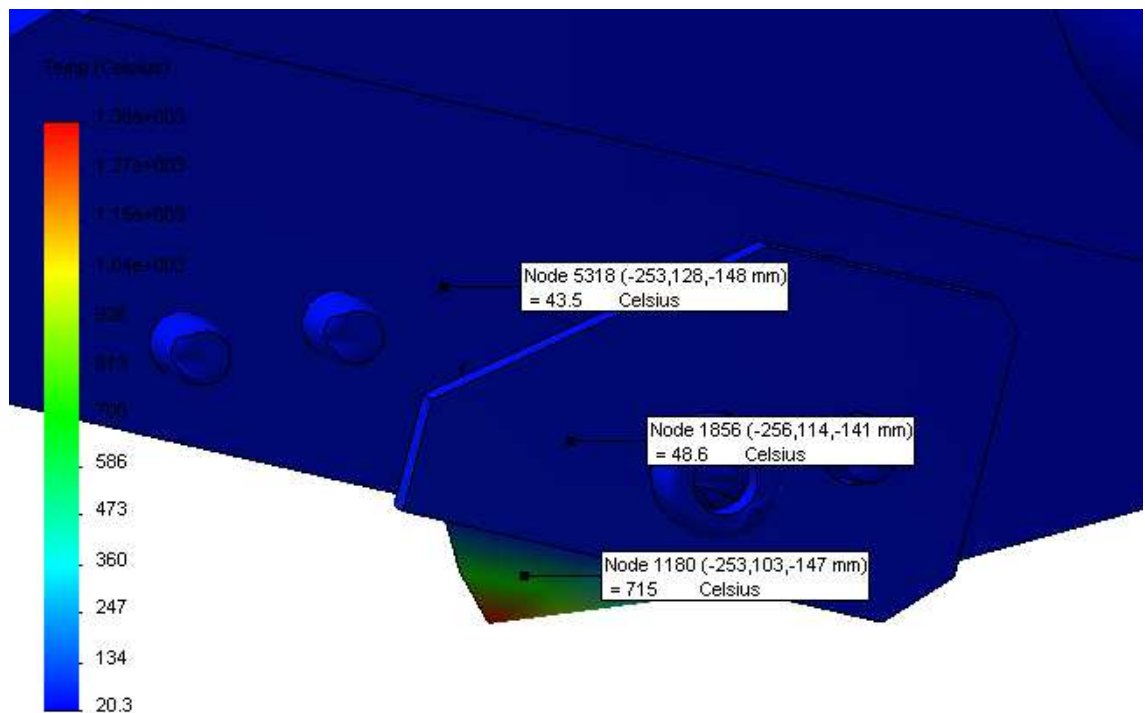


Figura 3.30: Distribució de temperatures. Font de calor = 10 W

La temperatura obtinguda en el punt T1 de la gilette és de 715 °C, per tant segueix essent encara massa elevada en comparació a la mesura dels assajos experimentals que és de $T_1(1.200 \text{ s}) = 27,4$ °C

Repetim novament la simulació disminuint progressivament el valor de la font de calor i iterem fins que finalment obtenim el resultat de la temperatura $T_1 = 27,4$ °C amb una potència calorífica de 0,317 W (figura 3.31)

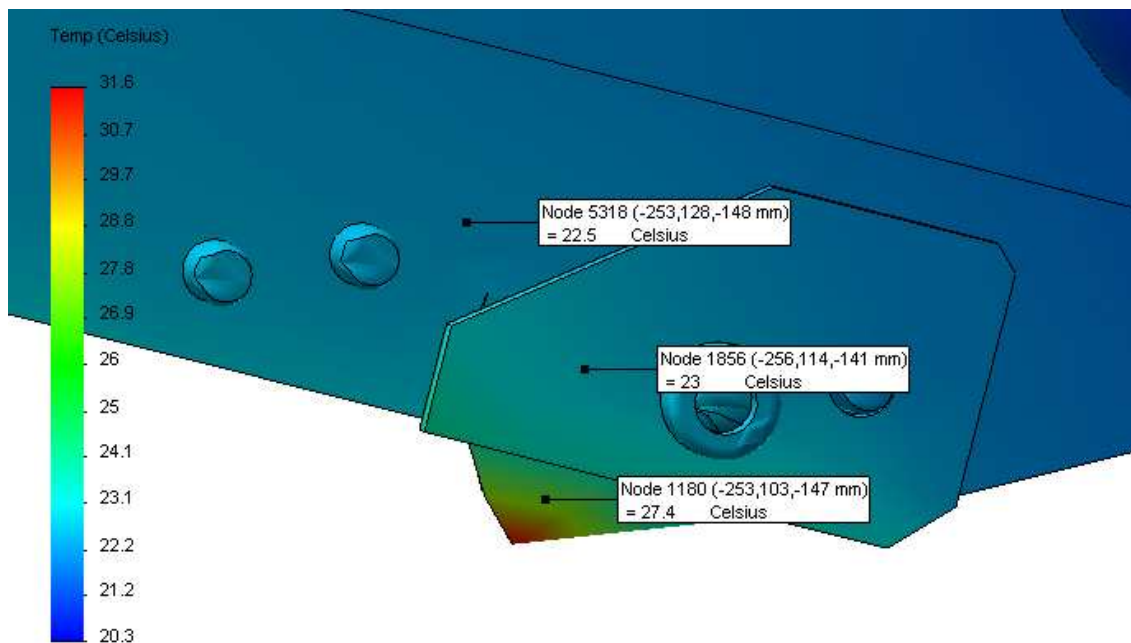


Figura 3.31: Distribució de temperatures. Font de calor = 0,317 W

S'observa que tot i haver aconseguit el valor de 27,4 °C a la gillette, els valors de temperatura T2 (placa aplaca gillette) i T3 (suport magnètic gillette), estan per damunt dels valors experimentals que havíem mesurat.

Per tal de corregir aquesta desviació, s'ha pensat en tenir en compte la transferència de calor entre dos materials que estan en contacte. Tot i que visualment la superfície de la gillette i la superfície de les peces que estan en contacte amb ella, siguin planes, microscòpicament, aquestes cares tenen un relleu que fa que no tots els punts estiguin en contacte.

Per poder reflectir aquest fenomen al programa, s'han dissenyat dues plaques de 0,01 mm de gruix, que es col·locaran una d'elles entre la gillette i la placa aplaca gillette, i l'altra entre la gillette i el suport magnètic gillette. Al material d'aquestes plaques, els hi assignarem una conductivitat tèrmica de manera que el resultat de T2 i T3, coincideixin amb el mesurat experimentalment. Finalment els valors seran de 1,6 W/m·K per la placa de la placa aplaca gillette i de 0,8 W/m·K per la placa del suport magnètic gillette. A continuació es mostra la figura 3.32 amb les plaques ajustades.

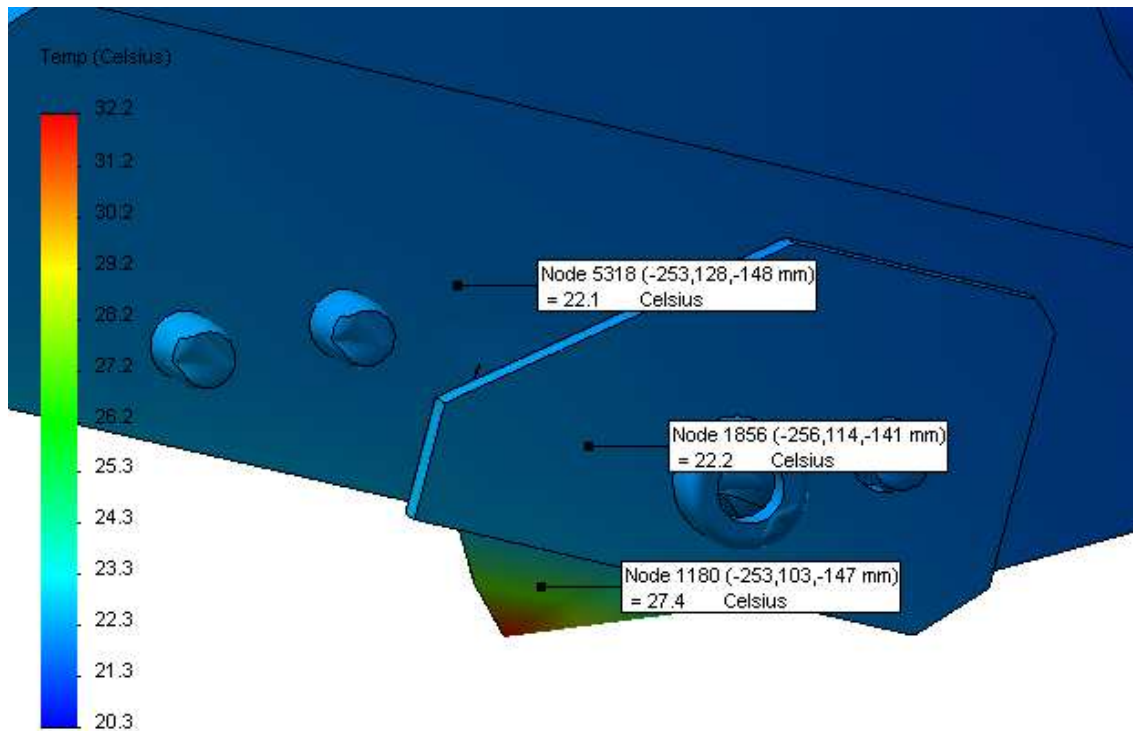


Figura 3.32: Distribució de temperatures. Font de calor = 0,317 W + plaques correctores conductivitat tèrmica.

Finalment s'ha aconseguit crear el model teòric i ajustar-lo als valors experimentals que s'havien mesurat i arribant a la conclusió que quan la màquina talladora treballa a una temperatura ambient de 20,4 °C, amb 2 talls a una velocitat lineal de 200 m/min, tallant polipropilè aluminitzat de 0,03 mm de gruix, el valor de la potència calorífica que es genera és aproximadament de 0,317 W (0,1585 W/gillette).

Ara cal crear un nou model teòric, que es basi en els valors experimentals que s'han obtingut quan la màquina treballa a 600 m/min. D'aquesta manera veurem quin és el canvi que hi ha respecte la màquina treballant a 200 m/min.

El procediment és el mateix que en el cas anterior, però amb les condicions establertes pel segon assaig experimental de temperatures. Es crea una hipòtesis sobre el valor de la font de calor i es fa una iteració ajustant aquest valor fins que s'obté un resultat de temperatures iguals a les mesures experimentalment (taula 3.7). A partir d'aquests càlculs i els que segueixen, s'inclouran en tots ells les plaques que s'han dimensionat per tenir en compte la conductivitat tèrmica entre les cares de les gilletes i dels elements que hi estan en contacte.

La figura 3.33, és la resultant de fer la simulació aconseguint ajustar el valor de la font de calor amb el resultat de $T1 = 50,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

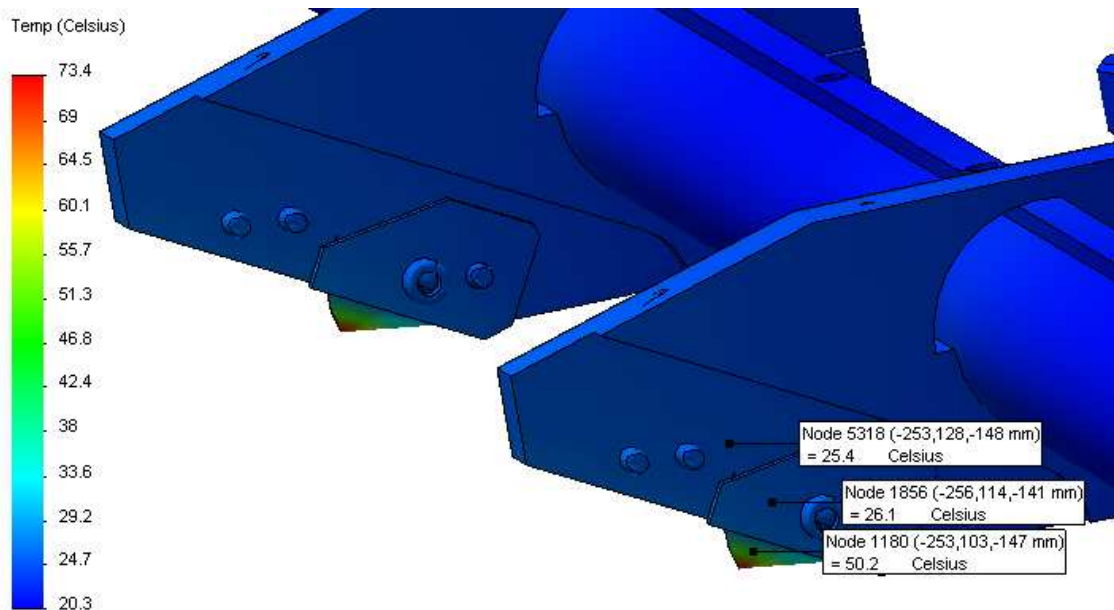


Figura 3.33: Distribució de temperatures. Font de calor = 0,892 W

S'observa que el resultat de temperatures obtingut amb la simulació després de 480 segons, no tots coincideix amb els resultats mesurats experimentalment. Si ho comparem:

$T1 \text{ exp.} = 50,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T1 \text{ simulació} = 50,2^{\circ}\text{C}$)

$T2 \text{ exp.} = 20,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T2 \text{ simulació} = 26,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

$T3 \text{ exp.} = 20,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T3 \text{ simulació} = 25,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Aquest fet es podria explicar per un fenomen que no succeeix amb l'assaig a 200 m/min però que sí que es manifesta amb l'assaig a 600 m/min i que no s'ha tingut en compte. Durant les mesures experimentals, quan es va triplicar la velocitat de tall, i la màquina treballava a 600 m/min, va aparèixer una forta corrent d'aire al voltant del tall, generada per la gran velocitat de pas del film. Aquest augment de la velocitat de l'aire fa que la convecció augmenti considerablement de manera que aquesta podria ser l'explicació per la qual, $T2$ i $T3$ a la simulació són superiors als valors $T2$ i $T3$ experimentals.

Si tenim en compte aquest fenomen, el que hem de fer és augmentar el valor de la convecció de l'aire i iterar fins a trobar la solució correcta. A mesura que augmentem

el valor de la convecció de l'aire, observem com T2 i T3 disminueixen i s'aproximen als valors desitjats, però també ho fa T1 la qual cosa vol dir que els 0,892 W que havíem trobat a l'anterior simulació, no és el valor correcte sinó que aquest valor l'hauréem d'augmentar. Finalment es troba el resultat esperat tal i com es mostra a la figura 3.34.

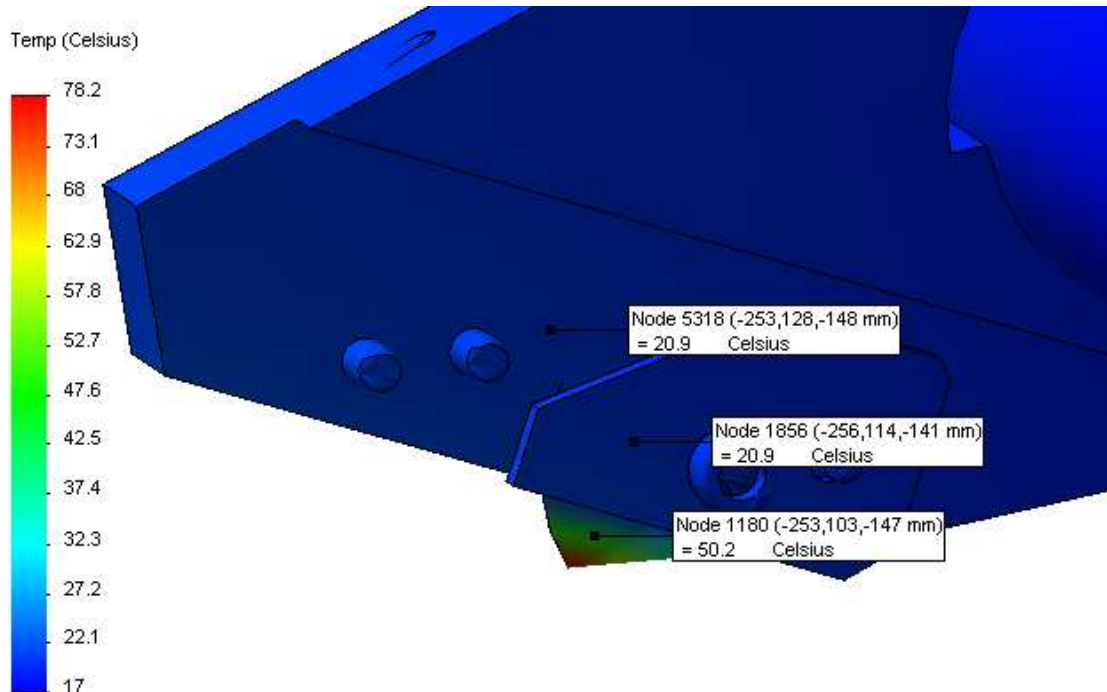


Figura 3.34: Distribució de temperatures. Font de calor = 0,977 W; Coeficient de convecció = 31,2 W/m²·K

Així doncs, podem dir que quan la màquina talladora de film, treballa a una temperatura ambient de 20,4 °C, amb 2 talls, a una velocitat de 600 m/min, tallant polipropilè aluminitzat imprès de 0,03 mm de gruix, el valor de la potència calorífica que es genera és aproximadament de 0,977 W (0,4885 W/gillette).

4. ANÀLISI TÈRMIC DE LA SITUACIÓ MÉS DESFAVORABLE

4.1. CONDICIONS MÉS DESFAVORABLES

Proslit Equipment, és una empresa que distribueix el seu producte a tot el món. El seu mercat principal és Europa i Mercosur, però amb un gran creixement a altres zones com l'oest d'Àsia i el nord de l'Àfrica. Quan es parla de condicions ambientals desfavorables, tenint en compte l'estudi que ens ocupa, parlarem principalment dels països amb les temperatures més elevades. Segons la informació facilitada per Proslit, de les aproximadament 160 màquines que ha venut fins al moment aquesta empresa, el país amb unes temperatures més elevades són els Emirats Àrabs on Proslit hi té presència amb dues màquines a la ciutat de Dubai.

A més de la temperatura ambient hi ha altres factors importants que afecten al comportament tèrmic del sistema de tall. Agafant com a referència les condicions que s'han utilitzat per fer la simulació a l'apartat anterior amb la màquina a 600 m/min, i aplicant-hi uns factors correctors que s'expliquen a continuació, es farà la simulació tèrmica amb el programa Cosmos amb l'objectiu de trobar quina és la temperatura màxima que pot arribar la gillette en les condicions més desfavorables.

- Temperatura ambient: segons l'experiència del tècnic encarregat d'instal·lar les dues màquines talladores que té Proslit a Dubai, la temperatura ambient dins la nau era de 38 °C en aquell moment. Per aquest estudi, suposarem que la temperatura ambient més extrema és de 40 °C. Tot i això, la temperatura a la qual es troben inicialment totes les peces que formen el conjunt de tall gillette, suposarem que és de 35 °C.
- Temps de treball: les mesures experimentals fetes a 600 m/min s'han dut a terme generant una bobina de diàmetre 610 mm, que és el tamany més gran que admet la màquina. Això vol dir que la longitud màxima de film que es pot tallar de manera consecutiva és el següent:

$$L = v \cdot t \quad (\text{Eq. 4.1})$$

L: longitud total tallada (m)

v: velocitat del film (m/s)

t: temps de tall (s)

$$L = 600 \text{ m/min} \cdot (1 \text{ min} / 60 \text{ s}) \cdot 480 \text{ s} = 4.800 \text{ m}$$

També utilitzarem l'equació 4.1 per calcular el temps de treball a 800 m/min.

$$4.800 \text{ m} = 800 \text{ m/min} \cdot t$$

$$t = 6 \text{ min (360 s)}$$

Per tant el temps màxim de treball de la màquina amb una velocitat constant de 800 m/min serà de 360 segons

- Convecció: ja s'ha comprovat que amb la simulació a 600 m/min, s'ha de tenir en compte la convecció de l'aire que genera la pròpia velocitat del film. Per tant amb l'ajuda de l'equació 4.2 calcularem la convecció a 800 m/min.

$$H = 4,8 + 8,4 \cdot v \quad (\text{Eq. 4.2})$$

H: coeficient de convecció [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]

v: velocitat de l'aire [m/s]

$$H = (4,8 + 8,4 \cdot 4) \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K} = 38,4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$$

Observem que suposant un valor aproximat de l'aire de 4 m/s, la convecció quan la màquina treballa a 800 m/min serà de $38,4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.

Hi ha altres aspectes que no queden reflectits de manera directa quan entrem les dades a la simulació del model teòric amb el programa Cosmos, però que s'han de tenir en compte ja que afecten al resultat de la potència calorífica generada per la fricció entre el film i les gilletes. Així doncs, la potència calorífica obtinguda a 600 m/min que és de 0,977 W, variarà de la següent manera:

- Disminució del temps de treball: quan la màquina treballa a 600 m/min, s'ha calculat una potència calorífica de 0,977 W que ha estat provocada durant un temps de 480 segons per un treball determinat. Aquest treball es pot calcular amb l'equació 4.3.

$$T = P \cdot t \quad (\text{Eq. 4.3})$$

T: treball [J]

P: potència calorífica [W]

t: temps [s]

$$T = 0,977 \text{ W} \cdot 480 \text{ s} = 468,96 \text{ J}$$

Aquest treball calculat per la màquina a 600 m/min, serà el mateix que farà la màquina treballant a 800 m/min però, amb la diferència que aquest darrer cas, només necessitarà 360 segons. Això vol dir que com que disminueix el temps, la potència calorífica augmentarà (utilitzem de nou l'equació 4.3):

$$468,96 \text{ J} = P \cdot 360 \text{ s}$$

$$P = 1,303 \text{ W}$$

Composició del film: el film utilitzat per fer els assajos experimentals, és polipropilè aluminitzat imprès, un dels més desfavorables però, encara n'hi ha un que és més abrasiu i que per tant pot provocar majors potències calorífiques: el polipropilè perlat. Aquesta diferència no es pot quantificar però ho aproximarem amb un factor corrector que suposarà un increment de la potència calorífica del 15%. El valor final obtingut de la potència calorífica, fa referència al conjunt de tall gilletes, i com que partim del valor calculat amb dues gilletes, hem de fer l'estudi amb dues gilletes o fer l'equivalència de P en funció del número de talls.

$$P = 1,303 \text{ W} \cdot 1,15 = 1,453 \text{ W}$$

D'aquesta manera, ja tenim definides totes les condicions necessàries per fer la simulació tèrmica amb el programa informàtic Cosmos Works i així trobar els resultats de les temperatures en el cas més desfavorable.

4.2. SIMULACIÓ AMB EL COSMOS WORKS

Seguint les mateixes pautes que s'han utilitzat anteriorment per crear un model teòric amb el programa de simulació Cosmos, però amb els paràmetres calculats a l'apartat anterior, obtenim els resultats que mostren les figures 4.1 i 4.2.

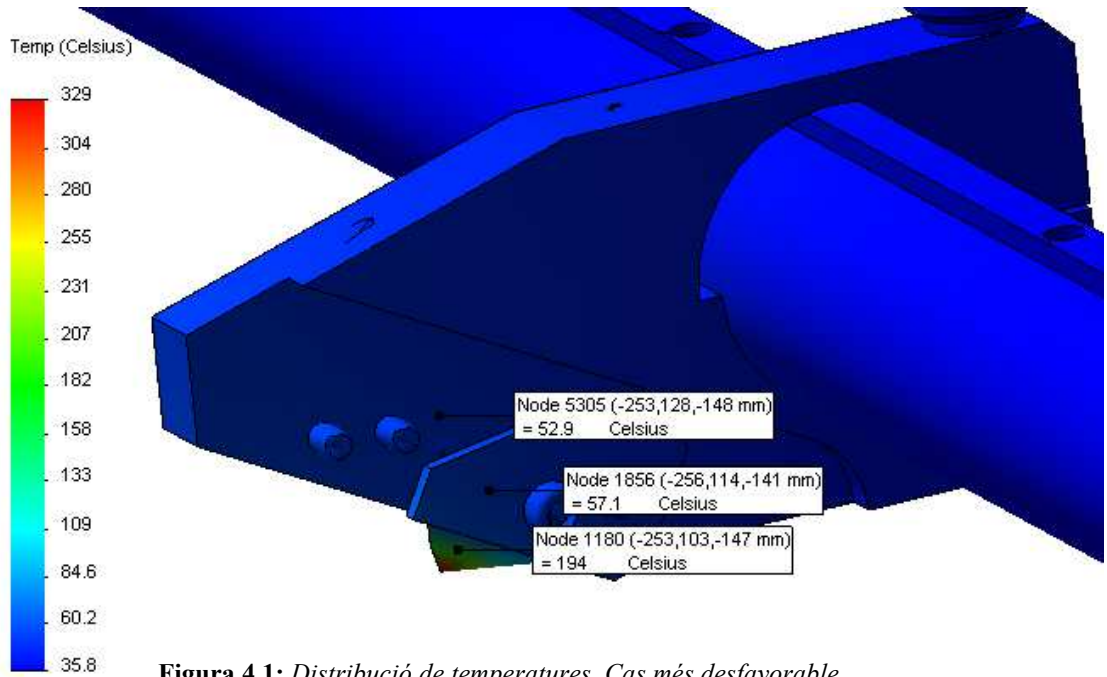


Figura 4.1: Distribució de temperatures. Cas més desfavorable

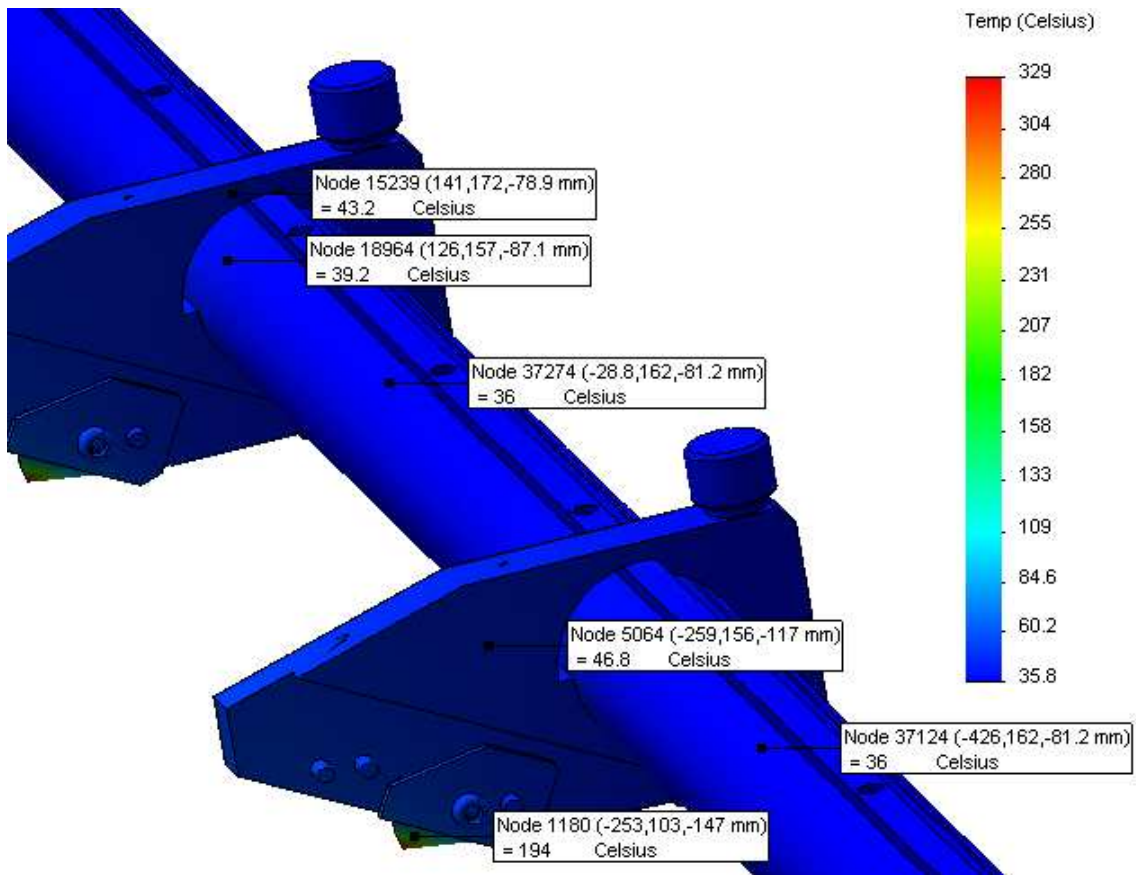


Figura 4.2: Distribució de temperatures. Cas més desfavorable

El film que s'ha considerat com a més desfavorable, el polipropilè perlar, té unes temperatures de fusió entre 110 i 120 °C. Es considera com a temperatura màxima òptima per treballar uns 75 °C aproximadament. Si tenim en compte els resultats obtinguts amb la simulació tèrmica en les condicions més desfavorables, la gilette assolix en el punt T1 un valor de 194 °C, la qual cosa indica que amb tota seguretat, hi hauria problemes de fusió en el film quan aquest travessés la gilette. Altres valors que es poden observar a les figures 4.1 i 4.2 són els següents: T2 = 57,1 °C; T3 = 52,0 °C; T4 = 43,2 °C; T5 = 39,2 °C.

5. ALTRES CONSIDERACIONS

Les mesures experimentals de temperatures, que són les que han servit com a referència per obtenir els resultats finals, s'han realitzat amb un dels materials considerats com a més desfavorables, el polipropilè aluminitzat, en dues velocitats diferents de treball, a 200 m/min i a 600 m/min i en un ambient de treball, la nau de Proslit a Riudellots de la Selva.

Cal esmentar que perquè es puguin contrastar millor els resultats obtinguts, es podrien fer més mesures en altres condicions. Entre altres, fer mesures utilitzant diferents tipus de materials, fer més mesures a altres velocitats (entre elles a 800m/min), a ambients diferents (entre ells a temperatures extremes), amb diferents nombres de talls, amb temps de tall consecutius més elevats (encara que tècnicament no és possible), etc.

Tot això s'argumenta perquè durant l'elaboració d'aquest estudi tècnic, s'han fet molts càlculs i deduccions a partir de les mesures experimentals realitzades sobre la màquina talladora objecte d'estudi i per tant, tenir més mesures en condicions diferents permetria validar coeficients i valors obtinguts ja que hi hauria més informació per contrastar-los.

6. SOLUCIONS PROPOSADES

6.1. REFRIGERACIÓ DE LES GILLETES AMB AIGUA

Per tal de refrigerar el sistema de tall gilletes quan aquest ho necessiti, es proposa utilitzar un equip de refrigeració per aigua, fent circular aquesta per l'interior de la barra portagilletes de manera que a través de la conducció dels materials, s'aconsegueixi disminuir la temperatura de la gilette.

Es proposa un equip de refrigeració compacte que comercialitza l'empresa Andexport. Es tracta del model DFH 350 i que té les següents característiques:

- Capacitat refrigeradora de 6,7 kW
- Dipòsit de la bomba i circuit hidràulic totalment d'acer inoxidable AISI 304.
- Un evaporador de feix de tubs en contracorrent també d'acer inoxidable.
- Un compresor hermètic tipus Scroll pel màxim rendiment amb un consum mínim i amb un nivell sonor molt reduït.
- Gas refrigerant R-407 ecològic amb baix nivell d'impacte ambiental.
- Ventilador axials o centrífugs.
- Dimensions (mm): 1540 x 1200 x 2080; Pes: 550 kg.



Figura 6.1: Unitat refredadora DFH 350

Aquesta unitat refredadora que consta de bomba + dipòsit + accessoris + sistema de regulació automàtic té un cost aproximat de 1.850 €.

6.2. REFRIGERACIÓ DE LES GILLETES AMB TUBS DE CALOR

Els tubs de calor són uns dispositius que permeten transportar quantitats relativament grans de calor a través d'una secció de pas petita. El mecanisme consisteix en utilitzar un sistema evaporador condensador en el que el líquid es desplaça sense necessitat d'aportació de treball mecànic ja que la calor es transfereix des d'un dipòsit tèrmic a un altre que està a menor temperatura (Figura 6.2)

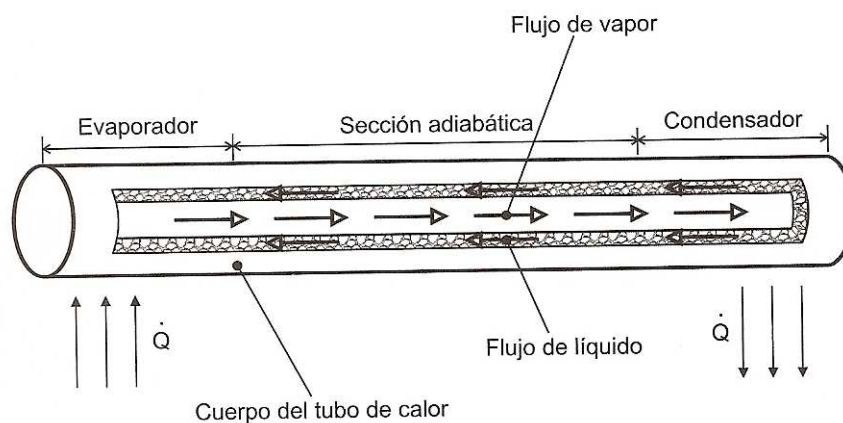


Figura 6.2: Esquema bàsic tub de calor

Per tant es proposa la instal·lació individual d'aquest tipus de dispositius a l'interior de cada suport magnètic gilletes de manera que passessin el més a prop possible de la gillette i així evaquar calor per disminuir-ne la temperatura. A més a més s'hauria de crear un circuit o col·lector on anirien connectats tots els tubs situats a cadascuna de les portagilletes.

El cost individual dels tubs de calor i la seva instal·lació a cadascuna de les portagilletes té un cost aproximat de 50 €, que multiplicat pel nombre de talls i sumat a cost del col·lector i la seva instal·lació (valorat en 100€) obtindriem el cost total d'aquest sistema de refrigeració.

7. CONCLUSIONS

Després de realitzar l'estudi tècnic, es pot dir que s'han assolit els objectius proposats inicialment.

En primer lloc s'han fet assajos experimentals amb la màquina per obtenir valors de referència. S'ha utilitzat aquesta informació per crear un model teòric, és a dir, fer una simulació virtual amb un programa informàtic calculant el comportament tèrmic del sistema de tall a través d'elements finits. Amb això s'ha aconseguit quantificar un concepte bàsic i molt important en aquest estudi com és el focus generat per la fricció entre el film i la gilette. Els resultats d'aquesta font de calor que s'han obtingut han estat de 0,317 W pel tall de polipropilè aluminitzat imprès amb un gruix de 0,03 mm i a una velocitat de 200 m/min. De fet la potència que genera cada gilette seria de $0,317 \text{ W} / 2 = 0,1585 \text{ W}$, essent 2 el nombre de talls amb els quals s'ha fet l'assaig i l'anàlisi teòric. El mateix s'ha fet amb els valors experimentals a 600 m/min, i el model teòric que s'ha creat ha donat el resultat d'una font de calor de 0,977 W (0,4885 W/gilette).

Tota aquesta informació ha ajudat a el·laborar un llistat de condicions extremes considerades com a més desfavorables amb les quals s'ha fet una simulació teòrica de la qual no es tenen valors experimentals. El resultat obtingut ha estat d'unes temperatures del sistema de tall molt elevades especialment la de la gilette, ja que el resultat ha estat de 194 °C. Aquesta temperatura evidència que en casos extrems com aquest, és necessària una refrigeració del sistema de tall ja que es considera com a temperatura màxima de treball òptim del polipropilè, 75°C.

Finalment es recomanen dues possibles solucions per tal de refrigerar el sistema. Una d'elles és a través d'una unitat refredadora d'aigua que s'hauria de fer circular a través de les gilletes. L'altre és la instal·lació de tubs de calor a l'interior de les portagilletes per fer-ne disminuir la seva temperatura.

Girona, 9 de gener de 2009

Albert Boadella Gispert

8. RESUM ECONÒMIC

La valoració econòmica de l'estudi tècnic és de 7.293 euros.

9. BIBLIOGRAFIA

ENCICLOPÈDIA CATALANA, SAU. *L'Enciclopèdia, diccionari*. (<http://ec.grec.net/lexicx.jsp?GECART=0>, desembre de 2008).

ISACHENKO, V; OSIPOVA, V; SUKOMEL, A. (1979). *Transmisión del calor*. Bilbao: Artes gráficas Grijelmo. ISBN 84-267-0373-9.

KRASNOSCHIOKOV, E.A ; SUKOMIEL, A.S. (1977). *Problemas de termotransferencia*. Editorial Mir.

MIRANDA BARRERRAS, A.L. (2005). *Tubos de calor: una tecnología para el siglo XXI*. Barcelona: Ediciones CEAC. ISBN 84-329-1094-5.

OXFORD UNIVERSITY (2001). *Gran diccionario Oxford*. 3a edició. Oxford: Oxford University Press.

QUIMINET.COM. *Todo acerca del polipropileno*. (http://www.quiminet.com.mx/ar2/ar_b%2580Z%257F%252BhJ%257B.htm, 8 octubre de 2008).

SOLID WORKS CORPORATION. *Solid Works Office Premium 2007*. EUA 2007 [cd-rom]

STRUCTURAL RESEARCH & ANALYSIS CORP. *Cosmos Works 2007*. EUA 2007 [cd-rom]

STRUCTURAL RESEARCH & ANALYSIS CORP. *Cosmos Works online tutorial*. EUA 2007 [cd-rom]

ANNEXOS

ANNEX A. PECES CONJUNT TALL GILLETTE

Per comprendre millor el conjunt de tall gillette, a continuació s'adjunten més detalls.

A.1 POSICIONAT PORTAGILLETES

El suport magnètic gillette, es pot posicionar sobre la barra portagilletes de dues maneres diferents. Una de les opcions és fer-ho amb l'ajuda del regle que es col·loca a la barra portagilletes (figura A.1) on s'indica en mil·límetres l'amplada de la màquina.



Figura A.1: *Detall de l'extrem del regle per posicionar les gilletes.*

L'altra opció és posicionar els suports magnètics gilletes de manera semiautomàtica ja que prèviament s'instal·len uns làsers (figura A.2) a la part superior de la màquina separats amb la distància desitjada entre ells i que projecten un feix de llum damunt la barra portagilletes. Manualment col·locarem les portagilletes fent que coincideixi una marca especial per aquest tipus de posicionat (figura A.3) amb el làser.



Figura A.2: Làsers per posicionar els suports magnètics gilletes.



Figura A.3: Suport magnètic gillette; detall de les marques pel posionat amb làser.

A.2 IMANTS DEL SUPORT MAGNÈTIC GILLETTE

Els imants que es munten als suports magnètics gilletes tenen la funció de subjectar les gilletes durant la seva manipulació i així facilitar la feina de l'operari encarregat de fer-ho. Tot i la gran capacitat magnètica dels imants de neodimi, aquests no estan pensats per quan treballa la màquina ja que la gillette necessita ser subjectada per la placa aplaca gillette. A continuació es mostra el suport magnètic gilletes amb un tall per observar la col·locació dels imants (figura A.4).

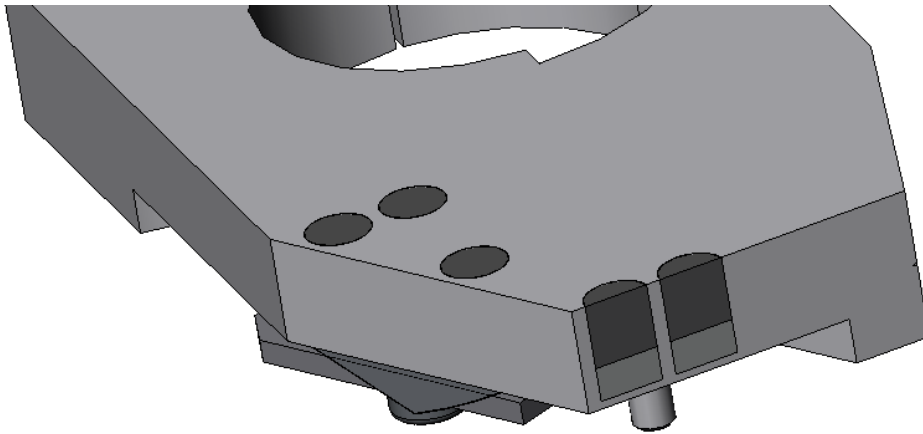


Figura A.4: *Support magnètic gilette; tall per observar la col·locació dels imants.*

ANNEX B. CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DELS INSTRUMENTS DE MESURA I FOTOGRAFIES DURANT LES MESURES.

A continuació s'adjunta la fulla de característiques tècniques i instruccions d'ús de la pinça amperimètrica Hibok-52C, que s'ha usat per pendre les mesures d'intensitat del motor del corró d'arrossegament durant el primer assaig experimental.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE LA TENAZA DIGITAL MOD. HIBOK-52C (CON TEMPERATURA)

ADVERTENCIA

Para un buen uso y disfrute de este instrumento recomendamos lea detenidamente estas instrucciones que le ayudarán a obtener el máximo rendimiento. Este instrumento ha sido comprobado y verificado mediante un severo control de calidad antes de ponerse a la venta y tiene GARANTÍA contra cualquier defecto de fabricación o materiales, no obstante en caso de detectar alguna anomalía, rogamos lo lleve al proveedor donde lo compró lo antes posible.

INFORMACION DE SEGURIDAD

Las siguientes recomendaciones deben ser leídas para asegurar al máximo la seguridad del usuario durante la operación:

1. No use la tenaza si aparentemente no se viera para funcionar correctamente o si las puntas de prueba no están en perfecto estado.
2. Esta tenaza no es recomendable para medidas de tensión altas por encima de 600 V en CA, en ese caso la medida puede ser peligrosa y dañar tanto al operador como al instrumento.
3. Debe prestar especial atención a partir de 60 V en CC y 30 V en CA. Tales voltajes ya pueden causar daños.
4. Cuando utilice las puntas de prueba coloque los dedos por detrás del saliente de protección para estos.
5. Antes de medir debe conocer la tensión aproximada del circuito a medir para no conectar la tenaza a una tensión más elevada de la permitida 600 V.
6. Si la tenaza no es utilizada según las recomendaciones de este manual, el fabricante no se hace responsable de posibles daños.

ESPECIFICACIONES

- Display: LCD de 20 mm, 3 ½ dig. y lectura de 1999
- Polaridad: Automática (negativa con signo menos)
- Exceso de rango: aparición de OL ó -OL
- Indicador batería baja: Aparición símbolo batería
- Tiempo de muestreo: 2,5 veces por segundo
- Ambiente de operación: de 0°C a 40°C y < 70%HR.
- Ambiente almacenaje: -20°C a 60°C y < 80%HR.
- Precisión indicada: a 23°C ± 5°C < 75%HR.
- Seguridad: De acuerdo con las normas europeas EN61010-1 protección clase II. Y marcado CE.
- Alimentación: 1 pila 9V (6F22). Vida 200 horas
- Tamaño: 250 X 100 X 46 mm. Peso 380grs.
- Diámetro maxilar: 45 mm ó 20 X 52 mm.

CORRIENTE ALTERNA

Rangos	Precisión a:	Porcentaje
20 A	50/60Hz	±(1,5%)+10dig.
	40/500Hz	±(3,5%)+10dig.
200 A/700 A	50/60Hz	±(1,5%)+10dig.
	40/500Hz	±(3,5%)+10dig.

Protección: Hasta 1.000 A en CA durante un minuto máximo.

Precisión del ± 2% entre 700 A y 1000 A. El cable conductor debe estar siempre lo más centrado posible dentro de los maxilares.

TENSION ALTERNA (50 – 500Hz)

Rangos	Precisión	Protección
200 V – 600 V	± (1,2%) + 4 Dig.	600 V CA/CC

Impedancia entrada: 10 MΩ

TENSION CONTINUA

Rangos	Precisión	Protección
600 V	± (0,5%) + 1 Dig.	600 V CA/CC

Impedancia entrada: 10 MΩ

RESISTENCIA

Rangos	Precisión	Protección
2 kΩ - 200 kΩ	± (1,2%) + 1 Dig.	600 V CA/CC

Tensión circuito abierto: 0,3 V CC

FRECUENCIA (Autorango)

Rangos	Precisión	Protección
2 Kz – 20 Kz	± (0,1%) + 3 Dig.	600 V CA/CC

Sensibilidad: 80 V rms min.

TEMPERATURA

Rango	Resolución
De -20°C a +1370°C	1°C

Precisión: ± (2%) + 3 dig. = entre -20 + 500°C
±(3%) + 2 dig. = entre +500°C y +1370°C

CONTINUIDAD

Indicador audible	Protección
< 30Ω en rango 2KΩ	600 V CA/CC

PRUEBA DE DIODOS

Prueba de Corriente	Precisión	Protección
1.0 mA ± 0.6 mA	± (0,6%) + 3 Dig.	600 V CA/CC

Tensión circuito abierto: 3.0 V CC típica

OPERACIÓN

Antes de proceder a la indicación de cómo realizar las medidas debe conocer el significado de los botones que aparecen en la parte frontal de la tenaza:

Botón rojo "H" superior derecho:

Este botón sirve al presionarlo para retener en pantalla la lectura que se este midiendo. Ejemplo: en el caso de realizar una lectura en un lugar sin luz, presione después de medir la lectura el botón H y quedara retenida esta en el display.

Botón gris "MAX" inferior derecho:

Este botón sirve al presionarlo para memorizar en pantalla siempre el último valor máximo obtenido. Ejemplo: si desea controlar la medida máxima durante 5 minutos, presione este botón y se ira

actualizando durante ese tiempo el máximo en pantalla.

Botón gris "PEAK" (PICO) inferior izquierdo:

Este botón sirve al presionarlo para memorizar en pantalla posibles picos de corriente durante una medida como por ejemplo en el arranque de un motor.

MEDIDAS DE TENSION

1. Conecte la punta de prueba al terminal negro y la roja al terminal rojo (V)
2. Seleccione la tensión a medir CA ó CC. Si desconoce la tensión a medir comience por el rango más alto (600 V). **Nunca superior a 600 V.**
3. Conecte el otro extremo de las puntas de prueba al circuito a medir y lea en el display.
4. En caso de aparición de signo menos es que hay polaridad negativa, invierta entonces las puntas de prueba.

MEDIDAS DE CORRIENTE

1. Coloque el conmutador rotativo en el rango de 700 A CA.
2. Presione el gatillo lateral para abrir los maxilares y rodee el conductor que vaya a ser medido. El conductor debe estar en la posición más centrada posible del maxilar (para una mejor precisión). Lea entonces la medida que aparece en el display.
3. Si la medida está por debajo de 200 Amperios, coloque el conmutador rotativo en la posición de 200 A., para obtener mayor resolución y fiabilidad. Así como si está por debajo de 20 A seleccione este rango con el conmutador.

MEDIDA DE RESISTENCIA

1. Coloque el conmutador rotativo en el rango de resistencia deseado.
2. Desconecte la tensión del circuito donde vaya a medir la resistencia.
3. Conecte la punta de prueba negra al terminal COM y la roja al terminal amarillo +.
4. Conecte el extremo de las puntas de prueba al circuito a medir y observe entonces en el display la medida de resistencia obtenida.

Atención: La medida puede variar en lugares con campo magnético.

MEDIDA DE FRECUENCIA

1. Coloque el conmutador rotativo en el rango de frecuencia Hz.
2. Conecte la punta de prueba negra al terminal COM y la roja al terminal amarillo +.
3. Conecte el extremo de las puntas de prueba al circuito a medir y observe entonces en el display la medida de la frecuencia obtenida.

MEDIDA DE CONTINUIDAD

1. Coloque el conmutador rotativo en la posición de zumbador.
2. Y con el extremo de las puntas de prueba toque el circuito cerrado de continuidad y la tenaza emitirá un zumbido cuando la resistencia sea inferior a 30 Ω .

MEDIDAS DE TEMPERATURA (tipo K)

1. Conecte el adaptador de temperatura en los orificios de COM y +. Y sobre el conecte la sonda de temperatura TP-01, fíjese que los orificios del conector de la sonda son de diferente medida para no cambiar la polaridad de las patas.
2. Coloque el conmutador rotativo en posición de °C. Automáticamente aparecerá la medida en °C captada por la punta del sensor de temperatura en el display.

La sonda mod. TP-01 que va con la pinza mide de -30°C a + 200°C aprox.

Nota: Recuerde que pueden acoplarse cualquier sonda tipo K, del catálogo, para mas temperatura.

PRUEBA DE DIODOS

1. Conecte la punta negra a COM y la roja a +.
2. Coloque el conmutador en diodos
3. Saque la tensión del circuito a medir
4. Toque con los extremos de las puntas el diodo. Una caída de tensión adelantada estará sobre 0,6 V (típico para un diodo de silicona).
5. Invierta las puntas, si el diodo es bueno aparecerá "OL" y si está cortado "000".
6. Si el diodo esta abierto marcará "OL" en ambas direcciones.

MANTENIMIENTO

Saque las puntas de prueba cuando cambie la pila o abra el instrumento.

La manipulación del interior de la tenaza debe ser llevada a cabo por un servicio técnico autorizado para que perdure la garantía.

La pila a reemplazar es de 9 V mod. 6F22 y recomendamos sea alcalina. Esta se cambia por la parte posterior del instrumento sacando los tornillos de sujeción de la tapa portapilas.

Limpie periódicamente la tenaza con un paño seco, sin abrasivos ni disolventes.

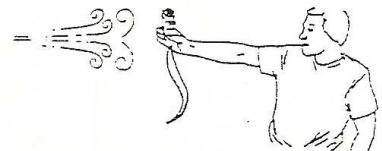
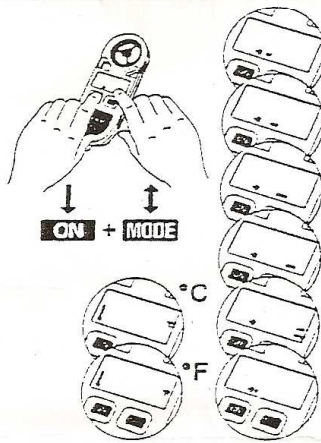
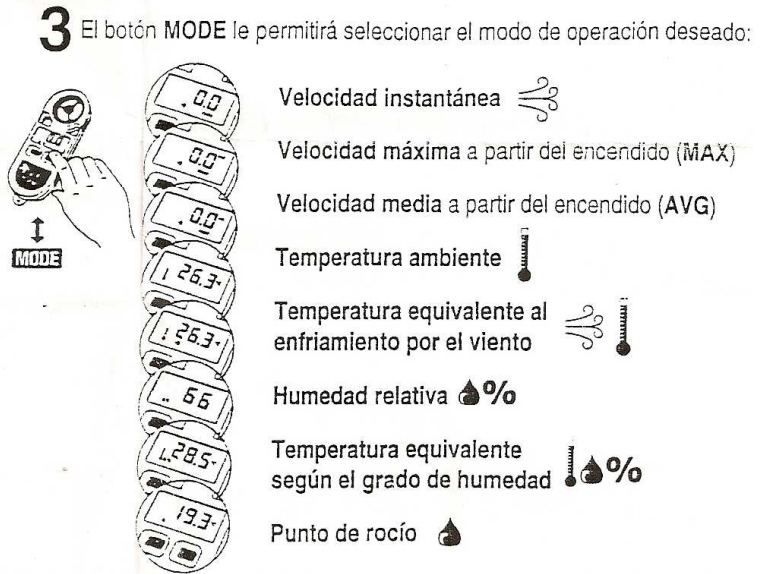
ACCESORIOS INCLUIDOS

- Tenaza amperimétrica Hibok-52C
- Juego de puntas de prueba
- Adaptador sonda temp.
- Sonda Mod. TP-01
- Estuche e instrucciones.

A continuació s'adjunta la fulla de característiques tècniques i instruccions d'ús de la sonda Kestrel – K3000 amb la qual hem mesurat temperatura ambient, humitat relativa i velocitat del vent durant el segon assaig experimental.

Kestrel K 3000

INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO



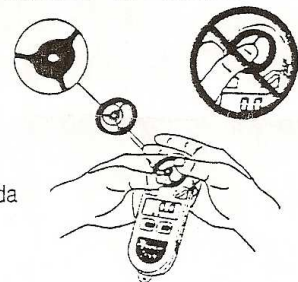
5 Para efectuar la medición, exponga la unidad al flujo de aire

INFORMACIÓN ADICIONAL:

Desconexión automática: El K 3000 se desconectará a los 30 minutos si no se ha pulsado ninguna tecla de función.

Ajuste de temperatura: Debido a la sensibilidad de la sonda de temperatura, conviene esperar a que la lectura del display se estabilice.

Substitución del molinete: Los anemómetros Kestrel permiten la sustitución del molinete en caso de rotura o desgaste de los cojinetes debido al uso. Cuando proceda a reemplazar el molinete del K 3000, procure presionar sobre los laterales de la cajetilla y no sobre el centro. Asegúrese además de que el punto amarillo queda situado hacia la parte en que se halla situado el display de la unidad.



A continuació s'adjunten fotografies durant les mesures (Figures de B.1 a B.7) i un full amb la descripció gràfica de la pistola làser digital i la sonda de contacte de la marca Testo, model 845 amb les quals hem mesurat les temperatures de les peces que formen el conjunt de tall gillette.



Figura B.1: Sonda digital TESTO 845 de mesura de temperatures.



Figura B.2: Detall pistola làser TESTO 845.

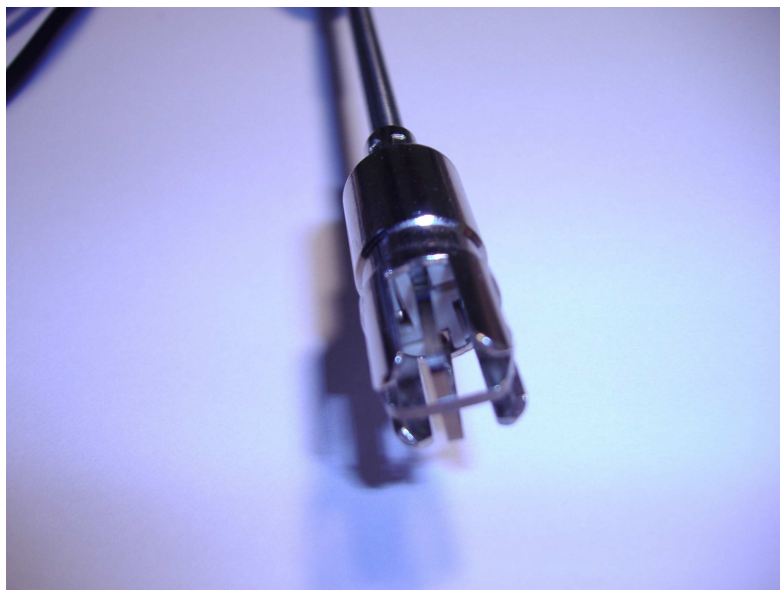


Figura B.3: *Detall sonda de contacte TESTO 845.*



Figura B.4: *Assaig experimental de mesura de temperatures del conjunt de tall gillette.*

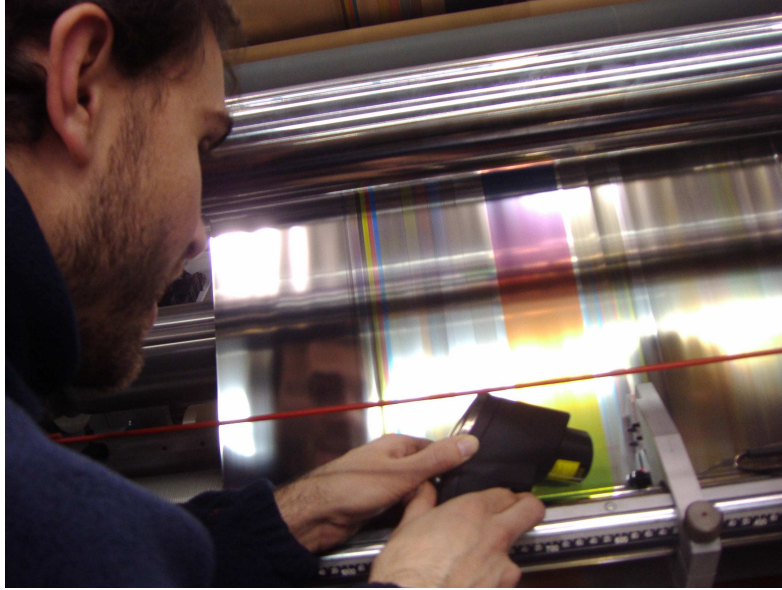


Figura B.5: Assaig experimental de mesura de temperatures del conjunt de tall gillette. Detall de les mesures amb la pistola làser.



Figura B.6: Assaig experimental de mesura de temperatures del conjunt de tall gillette. Detall de les mesures amb la sonda de contacte.



Figura B.7: Assaig experimental de mesura de temperatures del conjunt de tall gillette. Detall de la pantalla digital (25,1 °C pistola làser; 21,9°C sonda de contacte).

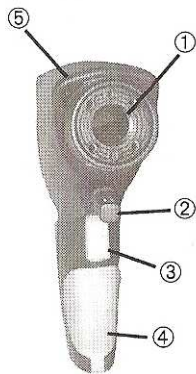
3. Product description

This chapter provides an overview of the components of the product and their functions.

en






3.1 Display and operating elements

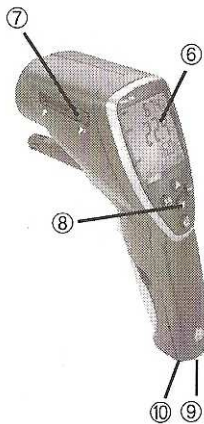
Overview



- ① Infrared sensor
- ② Humidity module
(standard with 0563 8451; retrofittable for 0563 8450)
- ③ Measurement trigger
- ④ Battery compartment
- ⑤ IR diode for printer
- ⑥ Display
- ⑦ Slide switch
- ⑧ Operating buttons
- ⑨ Probe socket
- ⑩ USB interface

Button functions

Button	Functions
	Change configuration settings
	Printout of values on Testo IR printer Instrument configuration: activate adjustment
	Store a measurement protocol Measurement and instrument configuration menu: apply values and jump to next setting menu
	Switch between possible display images
	Measurement and instrument configuration menu: change setting values



ANNEX C. TALL CIRCULAR

A continuació s'adjunta informació sobre un tipus de tall circular que fabrica la marca Tidland.



Tidland Model W19

Ultra-Narrow Shear Slitting Knifeholder

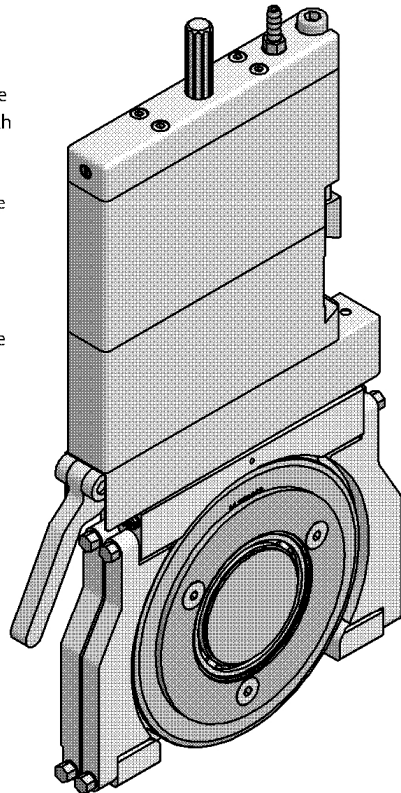
Best quality with narrow slits

The Tidland W19 knifeholder combines all the advantages of the Tidland swing cartridge with a rigid and robust design, achieving a minimum slit width of only 19mm, while delivering best slit quality and extended blade life.

The Tidland W19 knifeholder also features a reference finger for quick and precise adjustment of the knifeholder position relative to the anvil blade.

No tools are required to remove the quick release blade cartridge from the knifeholder body. When performing this operation, the blade is easily removed from the front of the knifeholder without the need for any space at the sides. This allows the knifeholder to remain in its slitting position on the guide bar when replacing the blade.

This unique feature of the Tidland W19 significantly reduces the system downtime, since the knifeholder is immediately ready to work as no repositioning is required after the blade change.



FEATURES

SPECS

General Specifications

Blade Diameter
105mm

Minimum Slit Width
19mm

Side shift (Blade)
2mm

Down stroke (Cartridge)
20mm

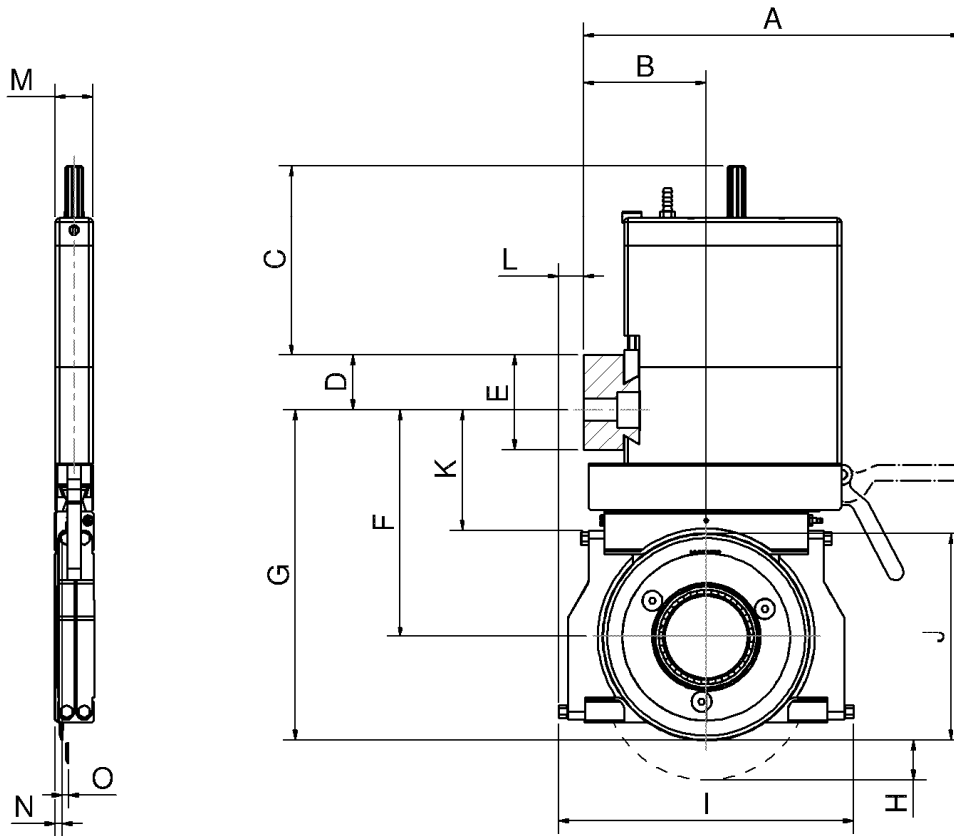
Maximum Slitting Speed
1600m/min

Recommended Air Pressure
3 - 6bar

Features

- Robust double-rod construction to withstand harsh industrial environments
- Integrated Reference finger for precise blade position setting
- Uses 180° reversible blade cartridge, allowing use of both sides of the anvil ring, extending blade life
- No tools required for blade cartridge removal
- Fully compatible with Tidland C1 knifeholders and dovetail guide bar
- 360° mechanical blade guard available as option

W19 Dimensions



Size	Web path	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
mm	A	192	61,7	96	27,4	48	115	167,4	20	149	105	61	12,5	19	3,7	2
	B		67,9													

Fife-Tidland GmbH
 Fifestraße 1, 65779 Kelheim, Deutschland
 Siemensstraße 13-15, 48683 Ahaus, Deutschland
 Phone: +49-6195-7002-0
 Fax: +49-6195-7002-933
 E-Mail: info@maxcess.eu
 Web: www.maxcess.eu

Fife-Tidland Ltd.
 Millennium House - Progress Way
 Denton/Manchester M34 2GP Great Britain
 Phone: +44-161-320-2000
 Fax: +44-161-320-4513
 E-Mail: sales_uk@maxcess.eu
 Web: www.maxcess.eu

Tidland Corporation
 P.O. Box 1008 Camas, WA 98607, USA
 Phone: +1-360-834-2345
 Toll-Free: +1-800-426-1000
 Fax: +1-360-834-5865
 E-Mail: tidland@tidland.com
 http://www.maxcessintl.com



M201198 09/2006
 42K100-2
 Date: 42K100-1.fm