

ANNEXOS: AUTOMATIC HALFBODY WALKER

TREBALL DE RECERCA (2014-2015)

REALITZAT PER:

Pseudònim: Xocolata desfeta

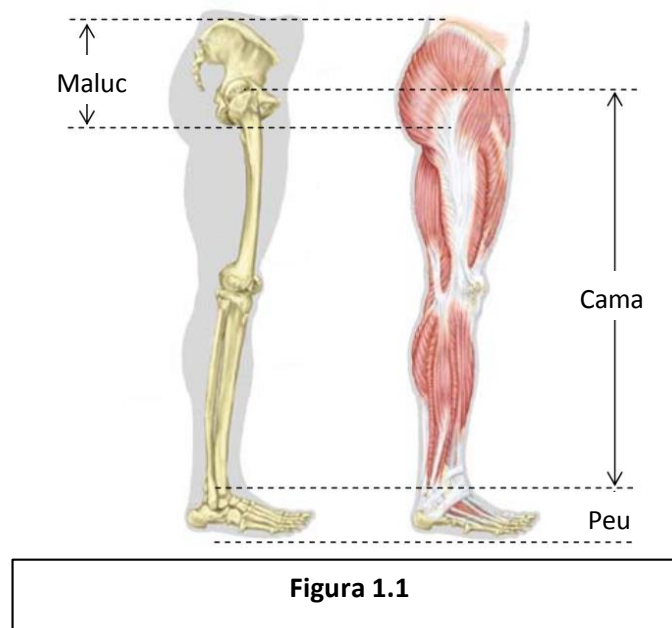
ÍNDIX

| | |
|--------------------------------------|----|
| BIOLOGIA..... | 3 |
| Anatomia de la cama humana..... | 3 |
| Anatomia del maluc..... | 3 |
| Anatomia de la cama | 6 |
| Anatomia del peu..... | 11 |
| Articulacions de la cama humana..... | 13 |
| MANUAL DE PNEUMÀTICA | 19 |
| Generadors | 19 |
| Tipus de compressors: | 19 |
| Actuadors: | 23 |
| Cilindre de simple efecte | 23 |
| Cilindre de doble efecte..... | 23 |
| Actuadors rotatius | 23 |
| Vàlvules | 26 |
| Vàlvules distribuïdores..... | 26 |
| Vàlvules de control | 28 |
| Captadors de senyals | 30 |
| Simbologia..... | 30 |
| ARDUINO..... | 33 |
| Introducció | 33 |
| Hardware..... | 33 |
| El microcontrolador | 33 |
| Entrades i sortides | 34 |
| Llenguatge de programació | 34 |
| Tipus de plaques | 35 |
| DISSENY | 36 |

BIOLOGIA

Anatomia de la cama humana

Abans de començar a crear l'estructura la qual tindrà com a objectiu realitzar l'acció de caminar, o bé intentar imitar-la, és necessari l'estudi de l'anatomia de la cama humana. Però per tal d'estudiar-la, hem de conèixer els ossos, músculs i lligaments que la conformen, hem de conèixer detalladament l'estructura dels tres segments principals: el maluc, la cama i els peus. També ens centrarem en les articulacions involucrades en la marxa humana: maluc, genoll i turmell, i els rangs de moviment de cada segment amb respecte a la seva articulació amb l'objectiu d'entendre el funcionament del nostre prototip.

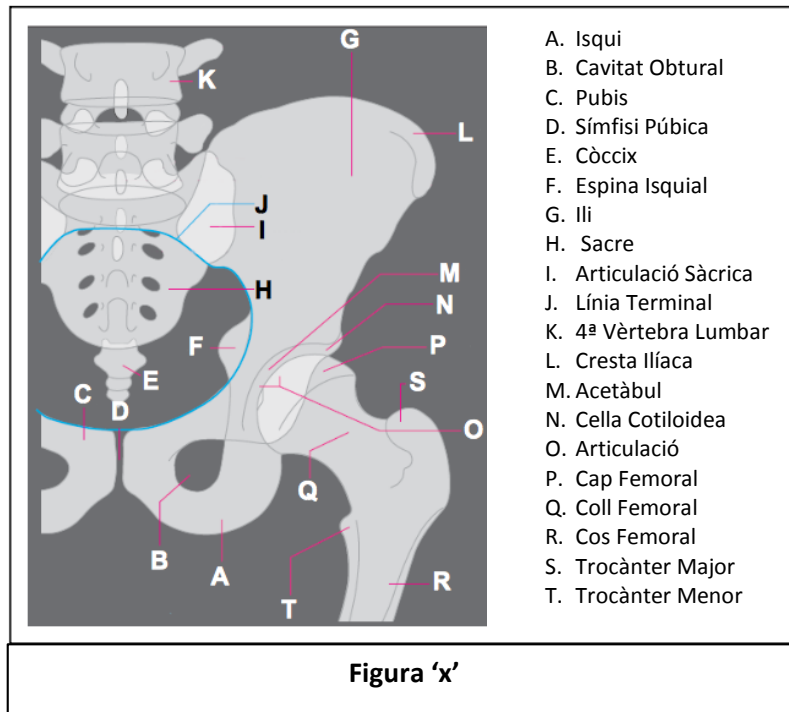


Anatomia del maluc

El maluc té una funció molt important quan parlem de la marxa humana. Està dissenyada per donar mobilitat i estabilitat al cos humà.

Estructura òssia del maluc

Les superfícies òssies articulars del maluc són el cap esfèric del fèmur i l'acetàbul de l'ós coxal. Aquest està format per l'ili, l'esquilió i el pubis, en ell s'articula més de la meitat del cap femoral. L'acetàbul consta d'una superfície articular semiesfèrica i la seva vora, la cella cotiloidea. En la següent imatge podem veure l'estructura òssia del maluc humà:



Músculs del maluc

El maluc té 17 músculs dividits en quatre grups depenent de la seva orientació al voltant del maluc: el grup gluteal, el grup lateral rotatori, el grup adductor i el grup iliopsoas.

El múscul psoasílic (figura 2.4 "B") s'insereix en el trocànter menor (figura 2.4 "K") sent un potent flexor del maluc i rotador extern del fèmur.

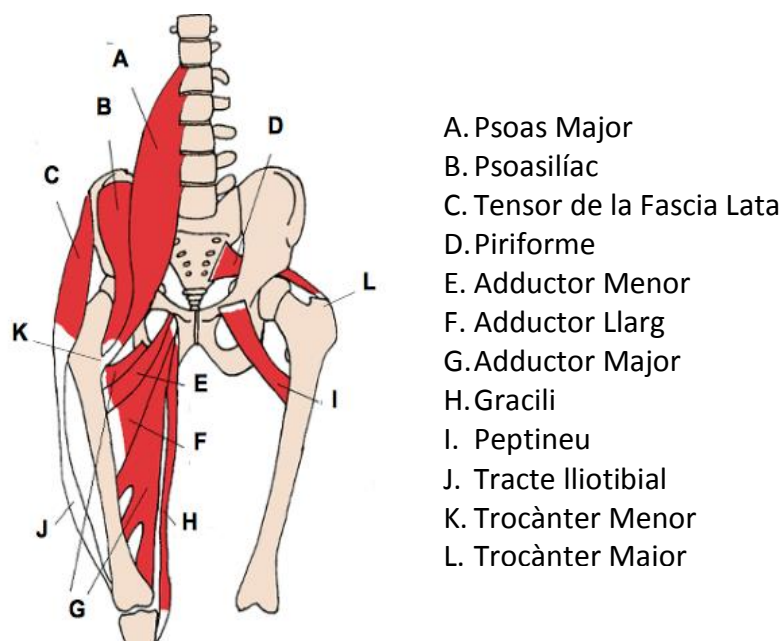
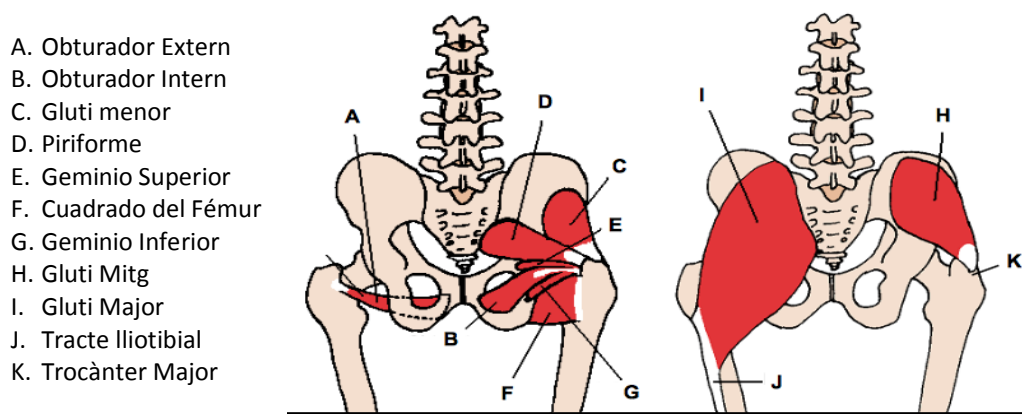


Figura 2.4 - Estructura muscular anterior externa del maluc humà

Per darrere hi ha els músculs piriforme (figura 2.5 "D"), quadrat crural (figura 2.5 "F"), obturador intern (figura 2.5 "B") i geminos (figura 2.5 "E, G") que són rotatoris externs del fèmur a nivell del maluc.

Des del punt de vista funcional, el principal múscul del maluc és el gluti mitjà (figura 2.5 "H") que s'insereix distalment al trocànter major (figura 2.5 "K"). La seva funció és l'abducció del maluc, encara que les seves fibres anteriors també ajuden a la flexió.

Aquest múscul estabilitza el maluc i la pelvis durant la marxa. El gluti menor (figura 2.5 "C") ajuda en l'acció del gluti mitjà però la seva eficiència és molt menor. D'altra banda el gluti major (figura 2.5 "I") s'insereix cap a la part posterior del fèmur proximal sent principalment extensor del maluc.



**Figura 2.5 - (a) Estructura muscular anterior interna del maluc humà.
(b) Estructura muscular posterior externa del maluc humà.**

Anatomia de la cama

Considerem la cama humana com el segment comprès entre el maluc i el turmell.

Estructura òssia de la cama

Podem dividir la cama en una secció superior i una secció inferior. En la figura 2.6 es mostren els quatre ossos que conformen la cama: en la secció superior el fèmur i la ròtula, en la secció inferior la tíbia i el peroné.

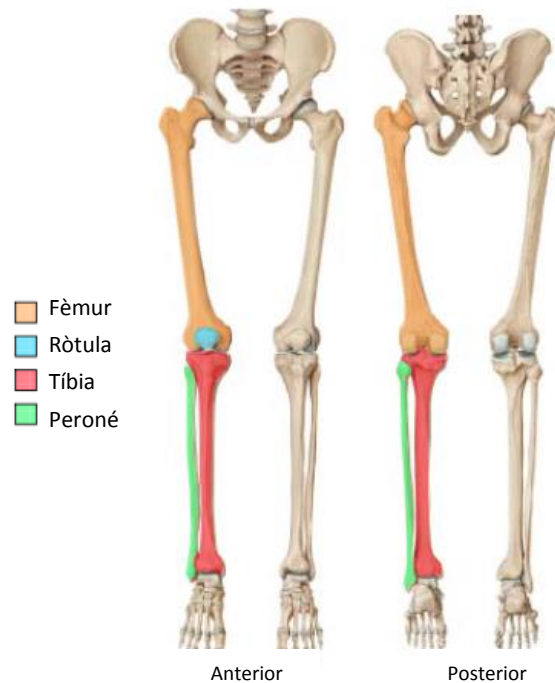


Figura 2.6 - Estructura òssia de la cama humana.

Parlem ara d'aquests ossos detalladament.

El fèmur és l'ós més llarg i fort del cos humà. Està localitzat a la cuixa i unit mitjançant una articulació en el seu extrem superior a l'ós coxal que conforma el maluc i en el seu extrem inferior, on es troba la ròtula, s'uneix amb la tíbia en el genoll per mitjà d'una articulació anomenada femorotibial.

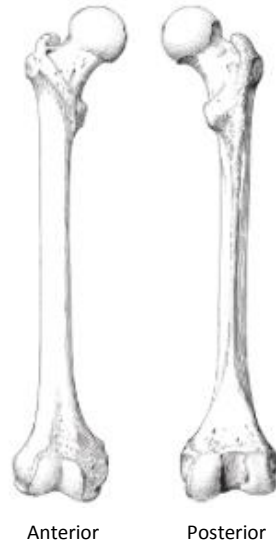


Figura 2.7 - Vista posterior i anterior del fèmur.

La ròtula (o patel·la) és l'ós sesamoïdal més gran del cos humà. Cal destacar que un ós sesamoïdal és un ós petit arrodonit incrustat a un tendó sotmès a compressió i a la força de tensió habituals. Aquest tipus d'ossos es troben en les diverses articulacions del cos, com en aquest cas en l'articulació del genoll, que és precisament aquesta part frontal del genoll la qual protegeix aquest ós gruixut, la ròtula.

Aquesta es divideix en dues parts: la part superior de la ròtula és una base rugosa per facilitar fixacions i la part inferior és l'àpex arrodonit per suportar la tracció de tendó que la cobreix, el tendó rotulià.

Per tant, a nivell biomecànic i funcional, la ròtula està considerada com el punt central de connexió entre dos tendons (tendó comú del quàdriceps i tendó rotular), com el punt d'unió entre dos altres ossos (tíbia i fèmur) i que té com a missió permetre'ls el desplaçament mitjançant articular el moviment del genoll. Informació que trobarem més detallada en l'apartat corresponent del treball: la biomecànica.

Cal destacar que, en quant a les estructures anatòmiques implicades en les funcions anteriorment descrites, l'element estabilitzador passiu més important és el lligament patel·lofemoral medial, l'LPFM (en el qual no entrarem en detall), ja que proporciona el 50-60% del recolzament entre els 0-30° de flexió.



Figura 2.8 – Ròtula.

Darrerament, parlarem de la tibia i el peroné (o fíbula).

La tibia és el segon ós més llarg del cos humà després del fèmur. Està articulada, com ja hem esmentat anteriorment, en la part superior amb el fèmur i la ròtula, lateralment amb el peroné i inferior amb el turmell.

El peroné està localitzat al costat de la tibia a la qual està connectat per la seva part superior i inferior. El seu petit extrem superior està situat cap a la part del darrere i per sota del cap de la tibia , exclòs de l'articulació del genoll . L'extrem inferior s'inclina una mica cap endavant projectant per sota de la tibia formant la part lateral de l'articulació del turmell.



Figura 2.9 – Vista anterior i posterior de la tibia i peroné.

Músculs de la cama

Els músculs de la cama estan dividits en dues seccions: la secció superior (figura 2.10) i la secció inferior (figura 2.11).

- Secció superior de la cama humana:

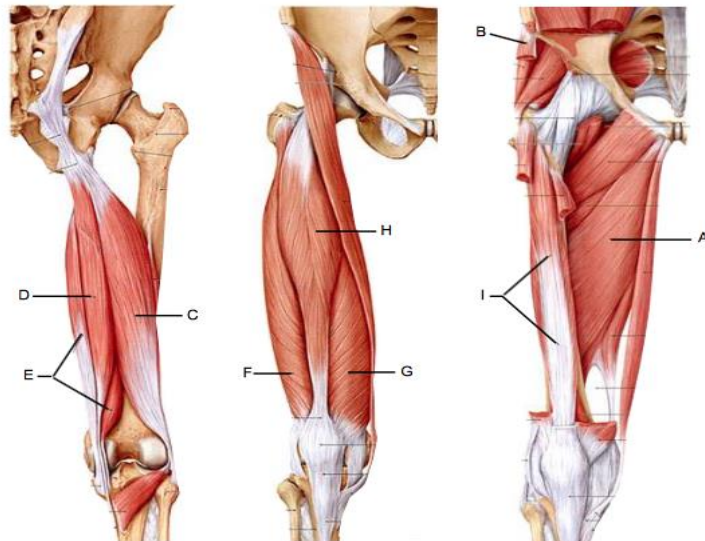


Figura 2.10 – Músculs principals de la secció superior de la cama humana.

- Secció inferior de la cama humana:

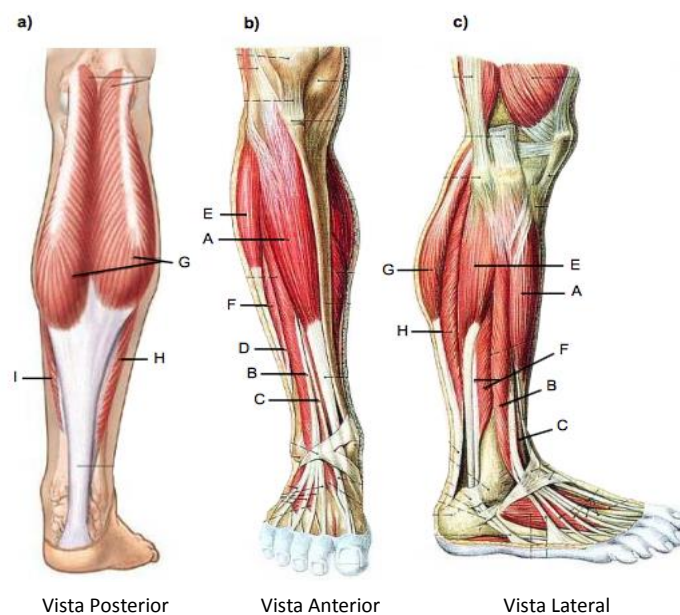


Figura 2.11 – Músculs principals de la secció inferior de la cama humana.

En quant a la secció superior de la cama, els principals músculs són:

- Adductors: Entre els músculs adductors , el més desenvolupat i profund és l'adductor major (Figura 2.10 "A") . Aquest múscul es troba en forma de ventall des de la tuberositat isquiàtica fins a l'interior del fèmur . S'encarreguen d'apropar la cuixa al centre del cos.
- Tensor de “la faja lata”: Està situat a la part lateral de la cuixa (Figura 2.10 "B ") , iniciant des de la part externa anterior de la pelvis i acabant del costat just a sota del genoll. La seva funció és moure la cuixa cap a fora i flexionar el maluc.
- Bíceps femoral: S'origina en la tuberositat isquiàtica i s'estén fins al cap de la fíbula amb un gruix tendó (Figura 2.10 " C") . En conjunt amb els músculs semi - tendinós (Figura 2.10 "D") i semi-membranós (Figura 2.10 "E ") la seva funció és estendre la cuixa i flexionar el genoll.
- Quàdriceps: És un múscul gruixut format per quatre parts : vast mig (Figura 2.10 " G") , vast intermedi (Figura 2.10 " I") , vast lateral (Figura 2.10 "F") i recte femoral (Figura 2.10 " H") . Els tres primers s'originen a la part alta del fèmur i acaben en un gruix tendó al nivell de la tibia incloent la ròtula . El recte femoral inicia davant de la pelvis estenent-se per sobre de la cuixa i acabant en el mateix tendó al nivell de la tibia . La seva funció és estendre el genoll i flexionar el maluc.

En quant a la secció inferior de la cama, els principals músculs es divideixen en tres grups principals: l'anterior, el lateral i el posterior.

El grup anterior és el grup que es localitza a la canyella i els principals músculs d'aquest grup són:

- Tibial anterior (Figura 2.11 “A”): Comença a les tuberositats de la tibia acabant per baix en el cuneïforme I i en l'extrem posterior del metatarsià I al peu. Aquest múscul té la funció de flexor, adductor i rotador del peu cap endins.
- Extensor llarg dels dits (Figura 2.11 "B"): Comença en el còndil lateral de la tibia estenent-se en un tendó que es divideix en 4 i s'insereix en els 4 dits del peu. La seva funció és la de extensor dels dits i flexor del peu com diu el seu nom.

- Extensor llarg del dit gros (Figura 2.11 "C"): Comença a la cara interna del peroné i membrana interòssia acabant en la falange distal del dit gros. Com el seu nom ho diu la seva funció és la de extensor del dit gros i flexor del peu.
- Peroné tercer (Figura 2.11 "D"): S'origina en el cap del peroné i acaba a la base del V metacarpia . La seva funció principal és la de flexor, abductor i rotador del peu cap a fora.

El grup lateral és el grup que es localitza a la llarga del costat extern de la cama. Els músculs principals són:

- Peroné llarg (Figura 2.11 "E"): Comença en el cap del peroné i cara profunda de la fàscia i acaba en el tubercle extern del metatarsià I. La seva funció és la de extensor, abductor i rotador del peu cap a fora.
- Peroné curt (Figura 2.11 "F"): Comença a la cara externa del peroné i acaba en la tuberositat del metacarpia V. La seva funció és la de adductor del peu.

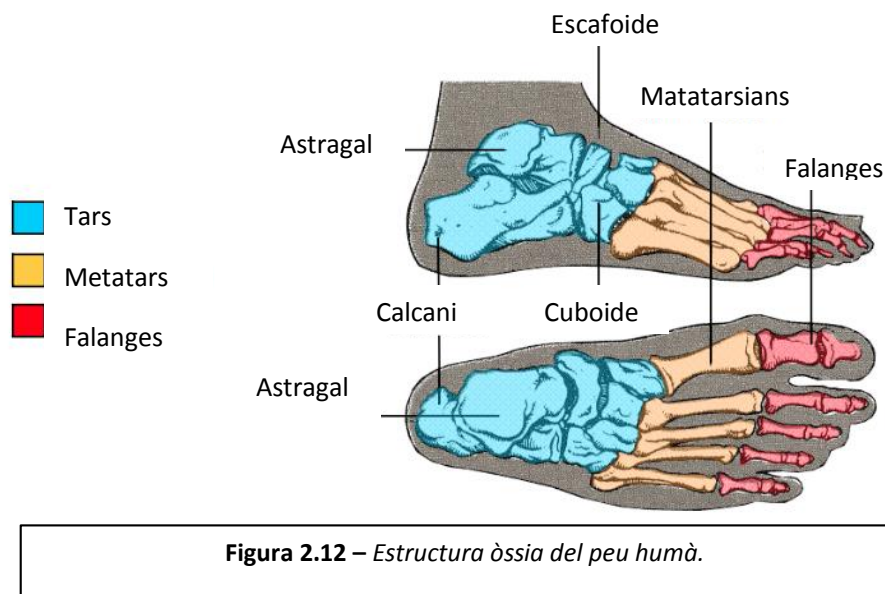
Finalment, el grup posterior engloba els músculs situats a la cuixa. Els seus músculs principals són:

- Gastrocnemi (Figura 2.11 "G"): S'origina en els còndils lateral i medial del fèmur i en la càpsula del genoll acabant en el calcani. És el més curt i gruixut dels músculs de la cuixa, sent també la més visible. La seva funció és la de flexió plantar del peu.
- Soleo (Figura 2.11 "H"): Es troba per sota del gastrocnemi, començant en el cap de la fíbula i al cantó mig de la tibia i acabant en el calcani. La seva funció també és la flexió plantar del peu i elevar el taló.
- Plantar (Figura 2.11 "I"): Comença en el fèmur per sobre el còndil i acaba en el calcani per la meitat del tendó d'Aquil·les. Ajuda també la flexió plantar del peu.

Anatomia del peu

Estructura òssia del peu

L'estructura òssia del peu (figura 2.12) igual que la de la mà és de les més complexes en el cos humà. Està composta per 26 ossos dividits en tres blocs principals: Tars , Metatars i Falanges.



Els ossos tarsians és el nom col·lectiu que se li dóna al grup de set ossos que formen el taló i el dors de l'empenya, en aquests s'inclou escafoide, cuneïformes (tres), cuboïdes, astràgal i calcani (que també forma el taló). Aquests ossos es troben generalment en dues files: la primera (que està més a prop del cos) i la distal (que està més a prop dels dits del peu). Els tarsians primers inclouen al astràgal (el qual s'articula amb la tibia i el peroné) i el calcani, que junts carreguen la major part del pes del cos. Els tarsians distals s'articulen amb el metatars.

Els ossos metatarsians són un conjunt de cinc ossos llargs que s'estenen entre el tars i les falanges formant el peu mig. Són enumerats començant pel dit gros (número 1) fins al dit petit (número 5). En aquests ossos es fixen els lligaments dels dits i del peu.

Les falanges són els ossos que formen els cinc dits del peu. Cada dit del peu té tres falanges, excepte el dit gros que només té dos. Començant per les falanges més allunyades del peu que formen els extrems dels dits s'anomenen falanges distals o terceres falanges, les següents són les falanges mitjanes o segones falanges, i les més pròximes al peu que s'articulen amb el metatars s'anomenen primeres falanges.

Músculs del peu

Es divideixen en músculs de la regió dorsal i de la regió plantar. A la regió dorsal, hi ha un múscul, el període, anomenat també extensor curt dels dits; contribueix a l'extensió dels dits. Els de la regió plantar són diversos músculs petits que no tenen importància individual, però sí la tenen en conjunt per reforçar i sostenir els arcs del peu durant la locomoció, els diversos moviments i postures.

Articulacions de la cama humana

Les articulacions són zones d'unió entre els ossos o entre els cartílags de l'esquelet. Compleixen una funció molt important al permetre't doblegar les diferents extremitats del teu cos. Si les articulacions no existissin, el cos seria una estructura totalment rígida i no es podrien realitzar moviments.

Per tant, cal conèixer molt bé les articulacions de la cama humana per tal d'aplicar aquests coneixements al nostre projecte.

Articulacions del maluc

L'articulació del maluc (figura 2.13) permet a tota l'extremitat inferior moure's en els tres plans del cos humà. Amb aquesta articulació, la cama es pot moure lliurement al maluc o la cama pot estar fixa i ser el maluc el que es mou en contra de la cama. Al caminar, aquestes dues funcions es van alternant.

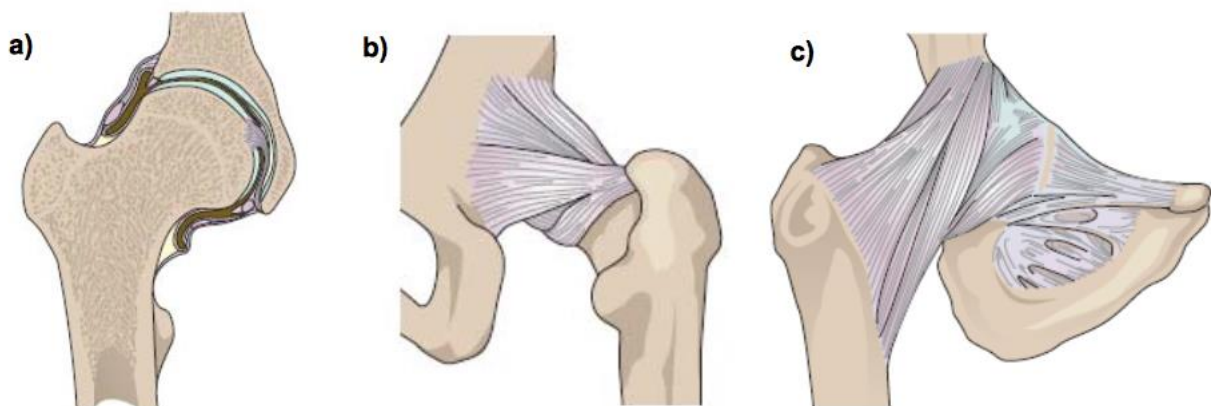


Figura 2.13 – Articulació del maluc humà.

(a) Tall sagital.

(b) Vista posterior amb tendons. (c) Vista anterior amb tendons.

En aquest treball ens centrem més en les cames i els peus, no pas en el maluc ja que en el nostre cas, només necessitem que aquest només tingui un grau de llibertat.

Per això no entrem en gran detall el rang de moviment del maluc i aprofundirem més en les articulacions del genoll i del turmell.

Articulacions del genoll

El genoll (figura 2.16) és l'articulació més gran del cos humà. És una articulació composta formada per l'acció conjunta del fèmur, tibia, ròtula i dos discos fibrocartilaginosos. Consisteix en l'articulació entre el còndil femoral i la tibia, i l'articulació entre la superfície retolar del fèmur i la ròtula. Els dos meniscs adapten la superfície articular del fèmur i la tibia entre elles per incrementar la superfície de transmissió de força.

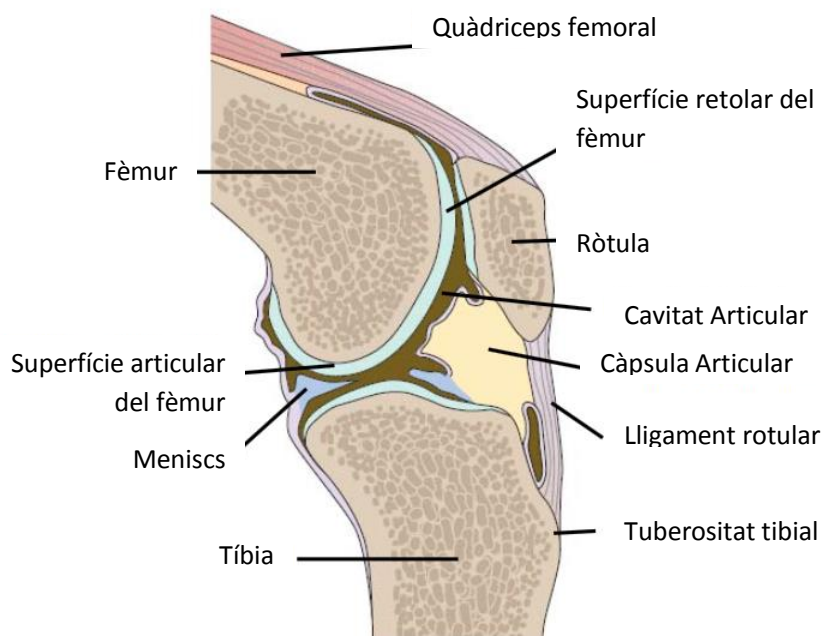


Figura 2.16 – Tall sagital de l'articulació del genoll humà.

Els moviments del genoll són guiats per dos grups de lligaments (figura 2.17): lligaments colaterals (medial i lateral) i lligaments creuats (anterior i posterior).

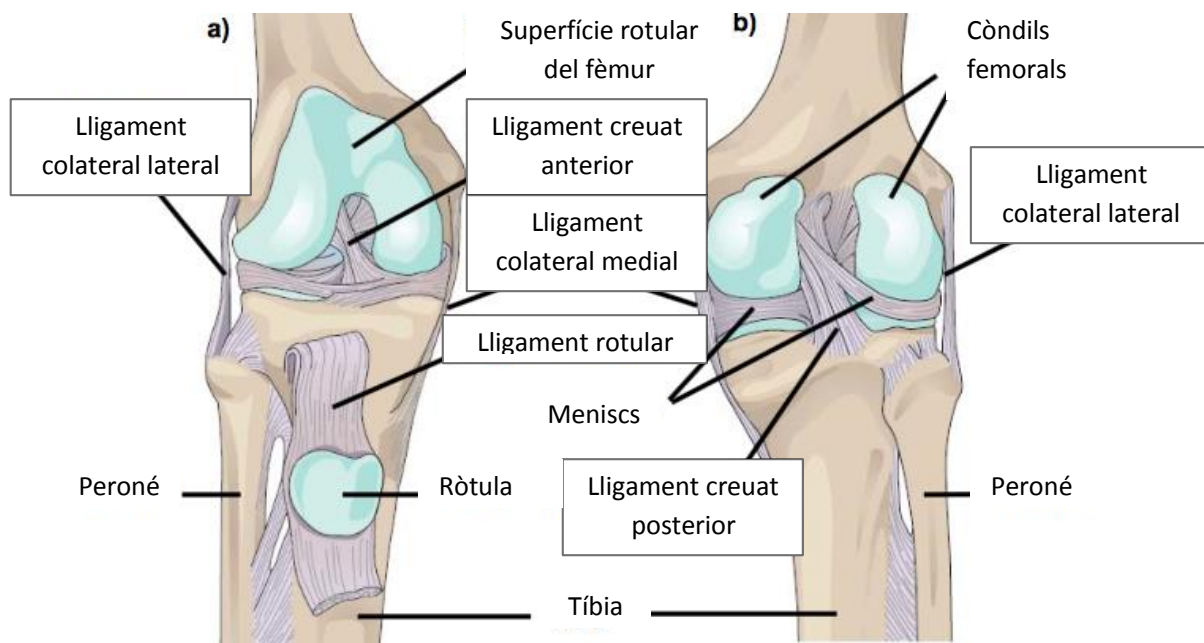


Figura 2.17 – Articulació del genoll humà. (a) Vista anterior i (b) Vista posterior.

Músculs involucrats en el moviment del genoll

Els músculs involucrats en el moviment del genoll són (figura 2.18):

Bíceps femoral: s'encarreguen de la funció bàsica de la flexió.

Quàdriceps femoral: s'encarreguen de la funció bàsica de l'extensió.

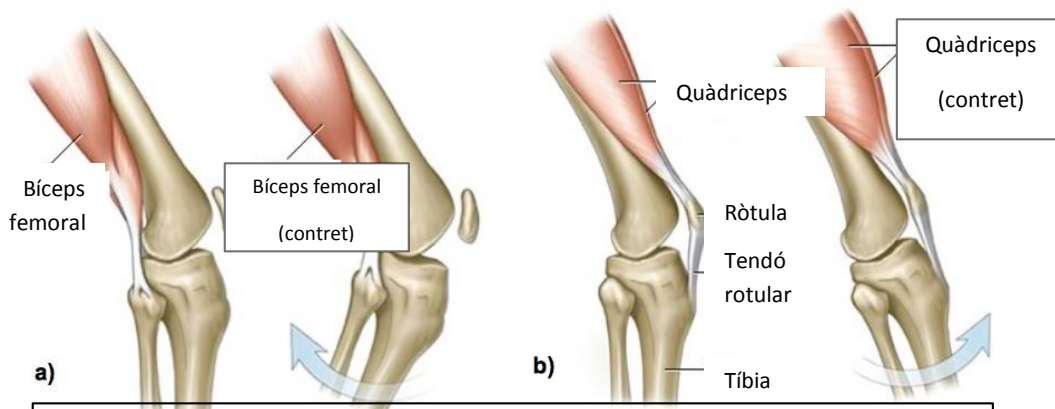


Figura 2.18 – Moviment del genoll humà. (a) Flexió contraient bíceps femoral i (b) Extensió contraient quàdriceps femoral.

Rang de moviment del genoll

Al flexionar el genoll, es genera un angle entre el fèmur i la tíbia (figura 2.19); aquest anirà des dels 0º fins a 155º o menys (a partir de 90º, és a dir, entre 90º i 155º), depenent

de la flexibilitat de les persones, com succeeix en el cas de l'hiperextensió, no tothom arriba a -10° d'hiperextensió perquè tot depèn de la flexibilitat de cadascú.

- Va des de 0° quan la cama està totalment estesa creant una línia recta el fèmur amb la tibia
- Fins 155° quan la cama està totalment flexionada, tocant el gluti amb el taló.
- Si es força una mica el quàdriceps, es pot tenir una hiperextensió de fins a -10° prenent com a referència la cama en posició recta en un angle de 0° .

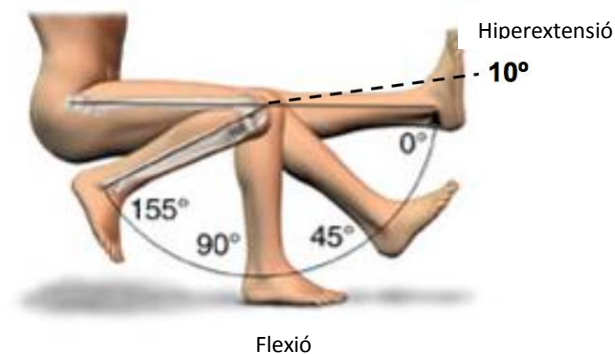


Figura 2.19 – Rang de moviment del genoll humà.

Articulacions del turmell

El turmell (figura 2.20) en realitat consta de dues articulacions. L'articulació del turmell que està formada per la tibia, peroné i l'astràgal al peu; i l'articulació intertarsal formada per l'astràgal del peu amb l'os calcani i l'escafoides. Per a aquest treball només ens enfocarem en l'articulació del turmell, ja que tracta sobre caminar per una superfície plana i no farà cap altre tipus de moviment.

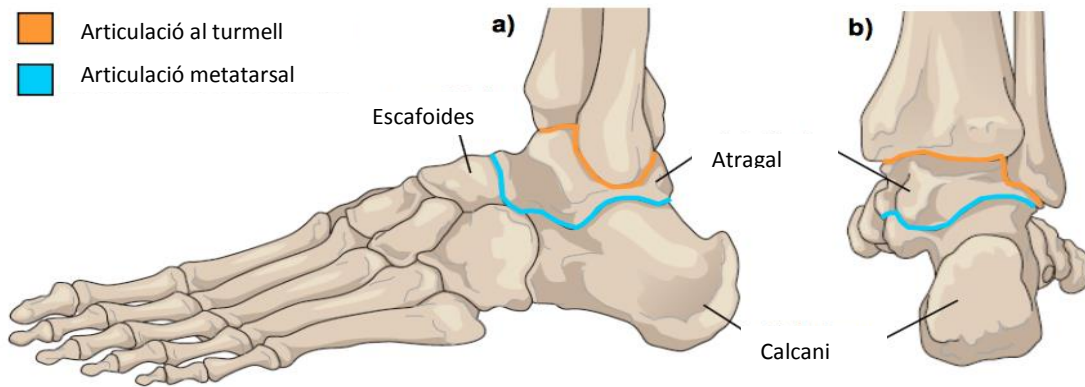


Figura 2.20 – Articulacions del turmell. (a) Vista lateral i (b) Vista posterior.

Músculs involucrats en el moviment del turmell

Els músculs de la secció inferior de la cama actuen sobre l'articulació del turmell generant els dos moviments principals d'aquesta articulació (figura 2.21) :

- Dorsiflexió: aixecar la punta del peu cap a la canyella.
- Flexió Plantar: flexionar el peu de punta.

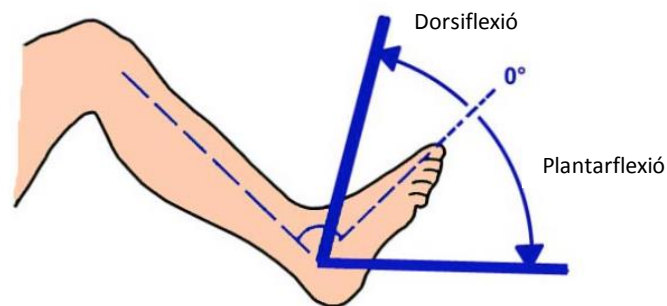


Figura 2.21– Dorsiflexió i flexió plantar del turmell humà.

Els músculs encarregats de la dorsiflexió es troben a la part anterior de la secció inferior de la cama (canyella). Els principals són:

- Tibial anterior
- Extensor propi del dit gros
- Extensor comú dels dits

Els músculs encarregats de la flexió plantar es troben principalment a la part posterior de la secció inferior de la cama (panxell). Els principals són:

- Soli
- Gastrocnemi

Aquests dos músculs estan units a l'os calcani (taló) per mitjà del tendó d'Aquil·les. En conjunt actuen els músculs de la part lateral del panxell per ajudar amb la flexió plantar. Els principals són:

- Peroneal lateral llarg
- Peroneal lateral curt

Rang de moviment del turmell

L'articulació del turmell genera un angle entre la tibia i el peu (figura 2.22 a) . Com es mostra a la figura quan el peu es troba en posició neutral (0° en el pla horitzontal) l'angle entre el peu i la tibia és de 90° . Depenent de la flexibilitat de la persona el peu en dorsiflexió (acostar la punta del peu a la canyella) té un angle màxim de 30° respecte a l'horitzó, mentre que en la flexió plantar (aturar-se de puntes) es té un rang major de moviment amb un angle màxim de 50° .

Quan el peu està fix, la part inferior de la cama es pot moure cap endavant i cap enrere lliurement. Generant un angle entre la tibia i la punta del peu (figura 2.21 b). Òbviament es té el mateix rang de moviment que al moure el peu lliurement.

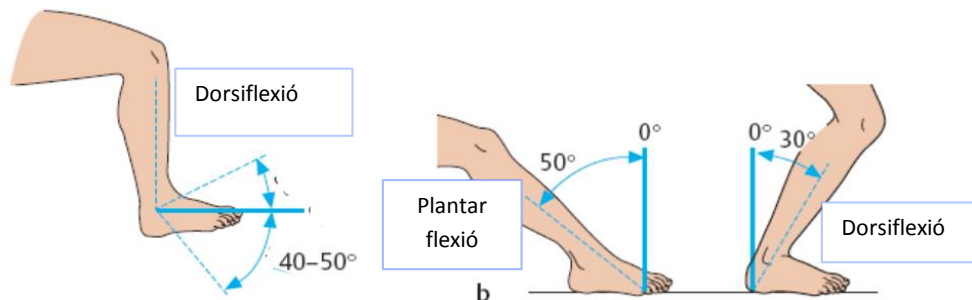


Figura 2.22– Rangs de moviment del turmell humà.

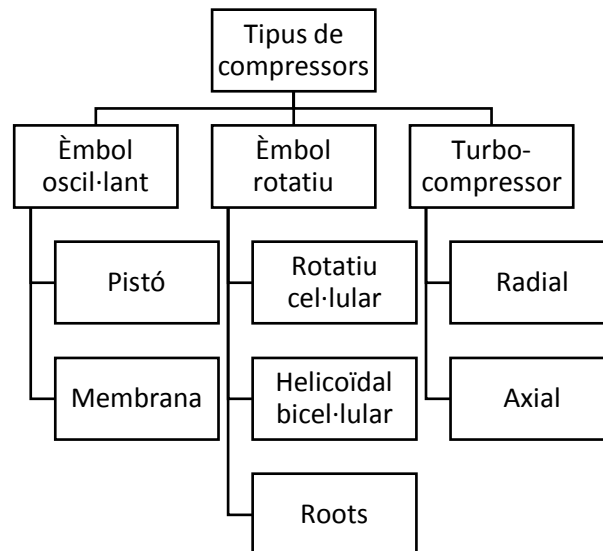
MANUAL DE PNEUMÀTICA

Generadors

Tipus de compressors:

A l'hora de classificar els compressors, els classifiquem segons la seva forma de treball.

Aquests es poden dividir en tres grans grups: d'èmbol, rotatiu o turbocompressor.



Compressors d'èmbol oscil·lant

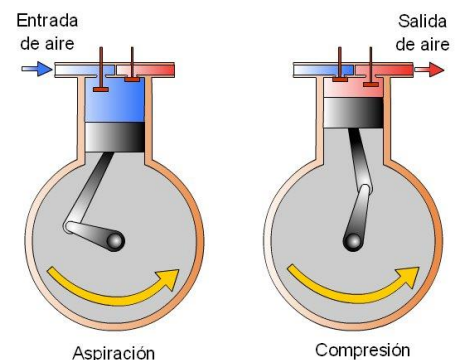
Els compressors d'èmbol oscil·lant funcionen a partir d'un sistema biela-manovella, és a dir, un eix acoblat a una manovella que acciona la biela que produeix un moviment rotatiu del pistó. Hi ha dos tipus de compressors d'èmbol oscil·lant:

Compressor d'èmbol o pistó

Els compressors d'èmbol permeten treballar amb caudals de diferents magnituds i diferents relacions de compressió. Es per això i per el seu baix preu que aquest tipus de compressors són els més utilitzat.

Funcionen a partir del moviment oscil·lant del pistó

Quan baixa el pistó, permet que l'aire entri per la vàlvula d'aspiració, sense poder sortir per la vàlvula de sortida, ja que aquesta està tancada. Quan el pistó arriba al punt inferior les dues vàlvules es tanquen. Seguidament,



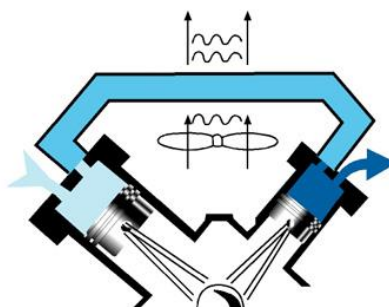
conforme el pistó puja, l'aire es va comprimint, al no tenir cap via d'escapatòria. Quan l'aire ja s'ha comprimit al màxim s'obre la vàlvula de sortida i aquest es canalitza fins al dipòsit.

Aquest tipus de compressor s'utilitza per a comprimir a baixa, mitjana o alta pressió. Per a poder obtenir aire amb una pressió elevada, es necessari comprimir-lo varies vegades. Es per això que aquest compressor està format per varies etapes de compressió. Durant la primera etapa l'aire es comprimeix a partir del sistema que utilitzen els compressors d'èmbol explicat anteriorment. Posteriorment, l'aire comprimit es refrigera ja que aquest poc arribar a altes temperatures, per a tornar-lo a comprimir en una segona etapa. Per a refrigerar l'aire comprimit s'utilitza aire o aigua i el nombre d'etapes requerides per al correcte funcionament dels compressors són:

Fins a 400 kPa (4 bar) → 1 etapa

Fins a 1500 kPa (15 bar) → 2 etapa

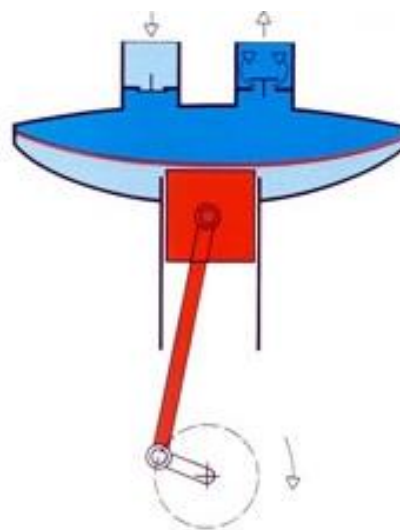
Més de 1500 kPa (15 bar) → 3 etapa



Compressor de membrana

El funcionament dels compressors de membrana és similar al dels compressors de pistó. La particularitat d'aquest compressor és que augmenta la superfície útil i manté l'aire net evitant que l'oli de lubricació entri en contacte amb l'aire produït.

El moviment produït per la biela-manovella acciona la membrana que es desplaça de manera curta i de forma intermitent de forma que aspira i comprimeix l'aire. El cabal d'aquest compressor no acostuma a superar els 30m³/h. Aquest s'utilitzen per a pressions inferiors als 7 bars.

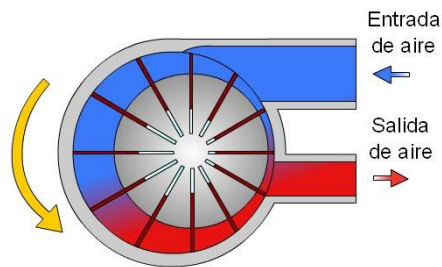


Compressors d'èmbol rotatiu

Els compressors d'èmbol rotatiu augmenta la pressió de l'aire mitjançant el gir d'un rotor. L'aire s'aspira i es comprimeix en una càmera disminuint el volum de l'aire. Hi ha tres tipus de compressors d'èmbol rotatiu:

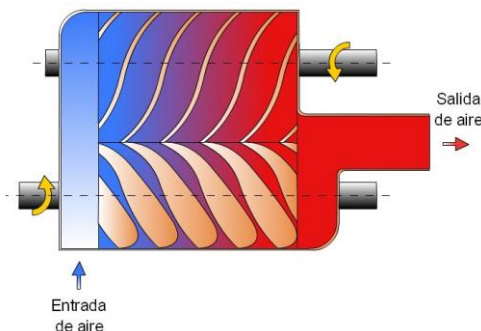
Compressors rotatius cel·lular

Aquest tipus de compressor funciona mitjançant un rotor excèntric situat en un càrter cilíndric amb ranures per les que entra i surt l'aire. El rotor està format per aletes que llisquen a l'interior de les ranures. Quan actua la força centrífuga provocada per la rotació del rotor el volum de les cèl·lules varia i es produeix la compressió de l'aire.



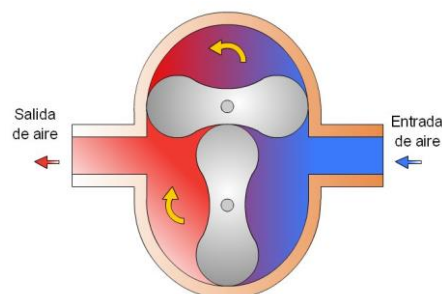
Compressors helicoïdals bicel·lulars

Els compressors helicoïdals funcionen mitjançant dos cargols engranats entre si amb perfils còncaus i convexos que impulsen axialment l'aire cap a l'interior. L'espai que hi ha entre els dos cargols disminueix axialment el volum provocant la compressió del aire que queda atrapat entre els cargols. Es poden obtenir pressions superiors a 10 bars, amb cabals elevats i continus d'entre 30 i 400 m³/min.



Compressors Roots

Els compressors Roots funcionen mitjançant dos claus que giren en sentit contrari. L'aire és transportat d'un costat a un altre sense que el seu volum sigui modificat. Aquest compressor pot proporcionar un gran cabal i utilitza 0,8 bars de pressió.

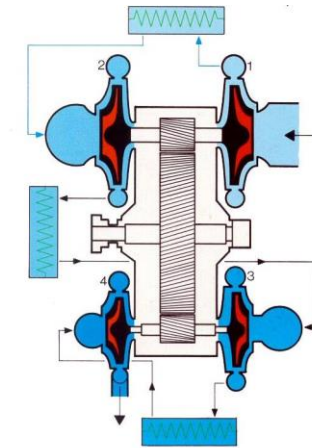


Turbocompressors

Els turbocompressors funcionen mitjançant la circulació de l'aire desplaçat per una turbina. Al estar en moviment hi ha energia cinètica que s'acaba convertint en energia elàstica de compressió. Hi ha dues maneres de comprimir l'aire: axial o radialment. Per tant, podem dividir els turbocompressors en dos tipus:

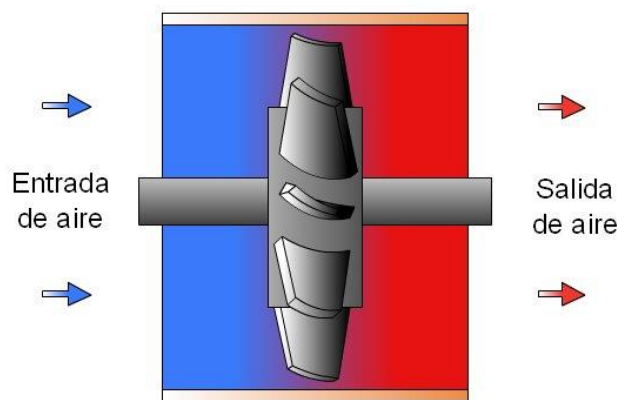
Turbocompressors radials

En aquest tipus de compressors l'aire es aspirat axialment, aquest s'introdueix a una velocitat molt elevada, en canvi la compressió es forma de manera radial. L'aire s'accelera en sentit radial (cap a fora) i posteriorment torna de nou cap a l'eix. Els àleps comuniquen energia cinètica i dirigeixen l'aire radialment cap a fora. En aquest procés l'espai disminueix i per tant també disminueix la velocitat i l'energia cinètica transformant-se en un augment de pressió.



Turbocompressors axials

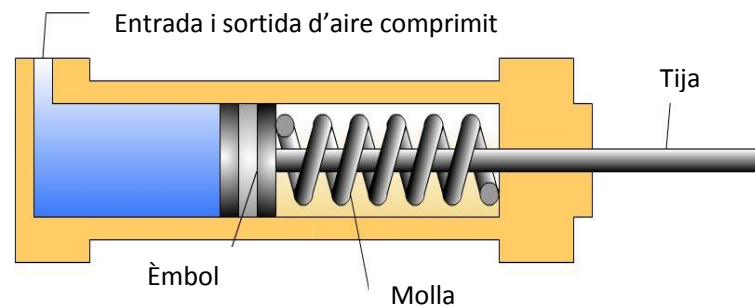
En aquest tipus de compressors l'aire es aspirat també axialment per augmentar la seva velocitat. Es crea una gran quantitat d'energia cinètica al final del compressor que acaba donant un espai major per a reduir la velocitat. Per tant, es tradueix en una disminució de l'energia cinètica (igual que al turbocompressor radial). Amb aquest compressors es pot aconseguir un caudal elevat, acostuma a estar entre 200.000 i 500.000 m³/h amb una pressió de 5 bars.



Actuadors:

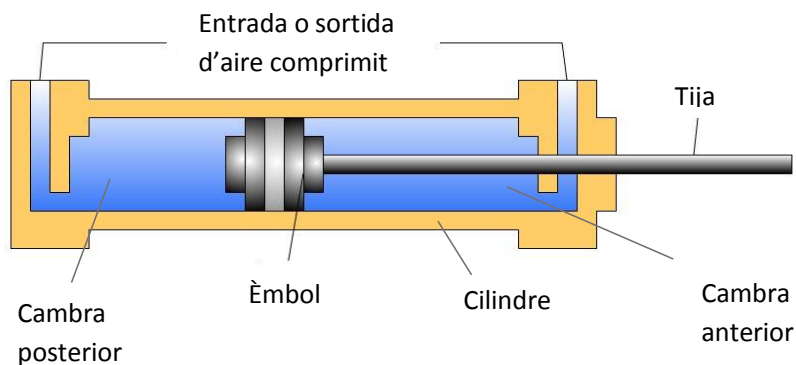
Cilindre de simple efecte

Els cilindres de simple efecte només tenen una entrada de pressió i l'aire comprimit només fa esforç en un únic sentit. El cilindre torna a la seva posició inicial mitjançant una molla que recuperadora que conté el cilindre. Normalment, la cursa d'aquests tipus de cilindres és inferior a 100mm, acostumen a ser de petit diàmetre i consumeixen poc aire.



Cilindre de doble efecte

Els cilindres de doble efecte es caracteritzen per el treball que realitza l'aire comprimit, aquest ho fa en ambdós sentits. El cilindre realitza la cursa d'avanç en aplicar l'aire comprimit a la cambra posterior per avançar i per a retrocedir ho fa a la cambra anterior.

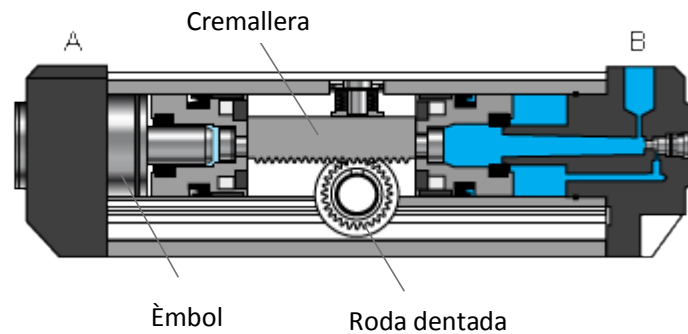


Actuadors rotatius

Els actuadors rotatius són actuadors que funcionen de manera similar als actuadors rotatius, però aquests tenen un mecanisme interior que transforma el moviment lineal en moviment rotatiu. Els actuadors rotatius es poden dividir en tres tipus: Cilindres rotatius, cilindres amb accionament oscil·lant i motors pneumàtics.

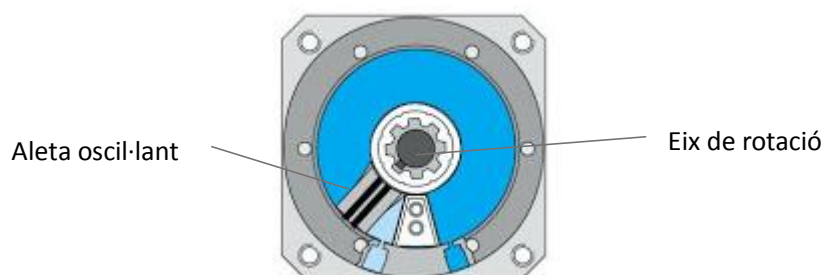
Cilindres rotatius

Els cilindres rotatius són semblants als que actuen linealment, amb la diferència que aquest en comptes de tija tenen una cremallera que engrana amb una roda dentada per a transformar el moviment lineal que produeix l'aire comprimit en moviment rotatiu. Aquests cilindres tenen un angle de gir de 0° a 360° . Depenent del diàmetre del èmbol aquest cilindres acostumen a tenir un parell motor d'entre 0,5 mN a 150 mN amb una pressió de 600 KPa.



Cilindre amb accionament oscil·lant

Els cilindres amb accionament oscil·lant funcionen mitjançant una aleta oscil·lant que s'acciona amb l'aire comprimit. El moviment de l'aleta es transmet a l'eix de gir directament, aquest gir acostuma a tenir un angle d'entre 0° a 270° . Depenent del diàmetre del èmbol aquest cilindres acostumen a tenir un parell motor d'entre 0,5 mN a 150 mN amb una pressió de 600 KPa.



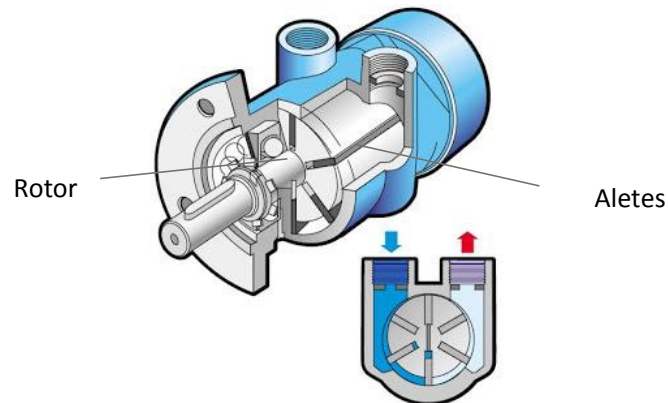
Motor pneumàtic

Els motor pneumàtic transforma l'energia cinètica de l'aire comprimit en treball mecànic. Aquest converteix el moviment lineal de l'aire en moviment de rotació. Són actuadors que arranquen i s'aturen de manera molt ràpida. Es poden dividir en dos tipus de motors:

Motors d'aletes

Aquest tipus de motors tenen un funcionament molt similar als compressors rotatius.

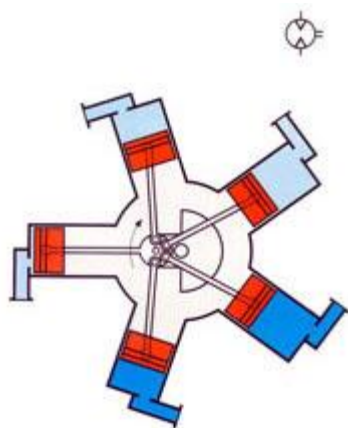
Aquests esta formats d'aletes distribuïdes al rotor cilíndric. El rotor està situat excèntricament al cos del motor. El moviment rotatiu es produeix quan l'aire comprimit mou les aletes fent girar el rotor.



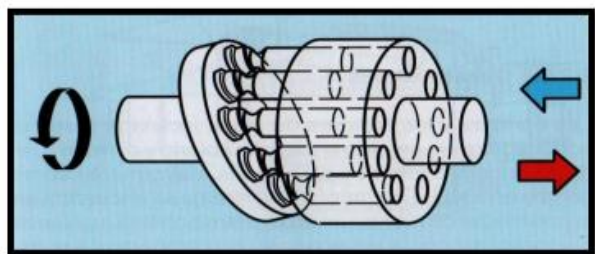
Motors axials i radials

Aquest tipus de motor funciona mitjançant de 4 a 6 pistons pneumàtics. Per a posar en funcionament el motor s'exerceix pressió als cilindres mitjançant l'aire comprimit.

Aquests quan s'accionen transformen el moviment lineal en moviment rotatiu que finalment es transporta a l'eix del motor. Aquest tipus de motor poden ser axials o radials.



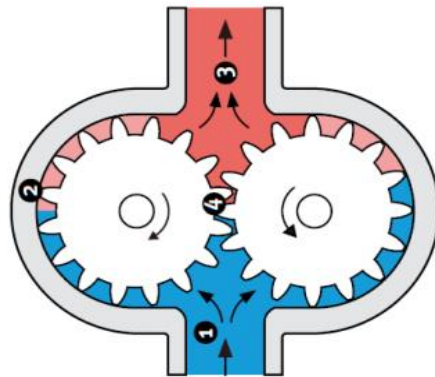
Radial



Axial

Motors d'engranatge

Els motors d'engranatge estan formats per dos engranatges, un d'ells està connectat a l'eix del motor i l'altre és el que transmet el moviment al primer. Els segon engranatge s'acciona mitjançant la força de l'aire comprimit.

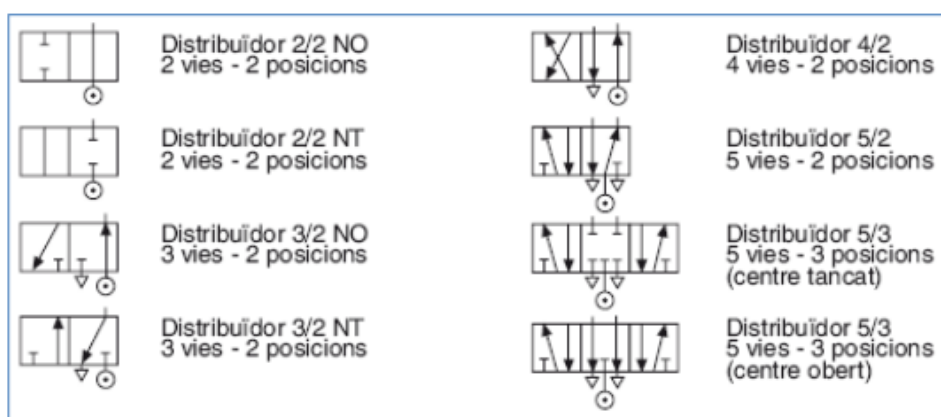


Vàlvules

Les vàlvules pneumàtiques serveixen per a comandar, regular i controlar la pressió, el cabal i el sentit de circulació de l'aire comprimit per aconseguir el moviment i el correcte funcionament dels actuadors. Els elements controladors més usats freqüentment són les vàlvules distribuïdores, les vàlvules de control i regulació i els captadors de senyal.

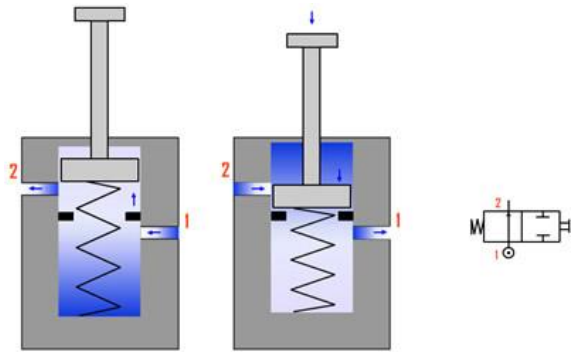
Vàlvules distribuïdores

Les vàlvules distribuïdores controlen l'arrencada, l'aturada i el sentit de l'aire comprimit. La funció de les vàlvules distribuïdores en un circuit d'automatització pneumàtic és governar, d'acord amb les ordres o senyals rebudes, les connexions entre els conductes a elles connectats per obtenir els corresponents senyals de sortida que accionin els actuadors.



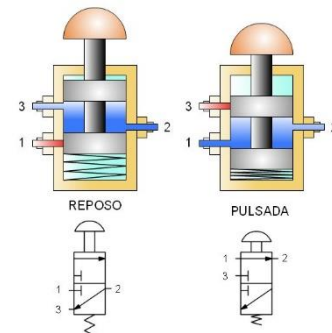
Vàlvula distribuïdora 2/2

Aquestes vàlvules més que distribuïdores són de comandament, ja que només obren o tanquem un conducte. Tenen un orifici per a l'entrada d'aire i un altre per a la utilització. Evidentment, només té sentit que admetin dues posicions: vies tancades o vies obertes. Si està en repòs (la vàlvula sense accionar) i les vies estan tancades, s'anomena vàlvula normalment tancada (NT). En cas contrari, normalment oberta (NO).



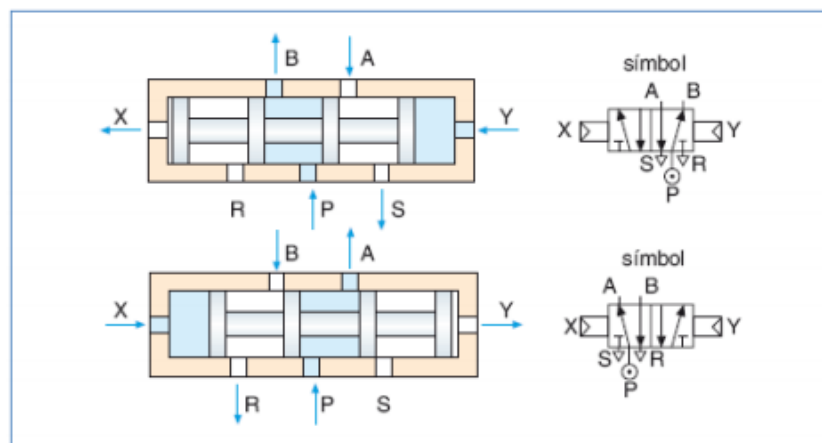
Vàlvula distribuïdora 3/2

Generalment no s'utilitzen vàlvules de dues vies per comandar un cilindre pneumàtic de simple efecte. És usual utilitzar un distribuïdor 3/2 per realitzar aquesta funció; un orifici d'entrada, un de sortida i un tercer per a l'escapament.



Vàlvula distribuïdora 5/2

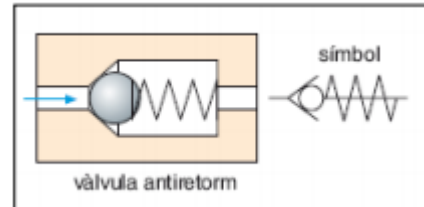
Per a pilotar un cilindre pneumàtic de doble efecte o per accionar vàlvules de major mida s'utilitza a la pràctica una vàlvula distribuïdora de cinc vies: un orifici per a l'entrada, dues sortides i dos escapaments. Normalment, els cilindres de doble efecte es comanden amb vàlvules 4/2 i 5/2, encara que existeixen versions de vàlvules 5/3, les quals permeten deixar immobilitzat o bloquejat el cilindre en la posició central.



Vàlvules de control

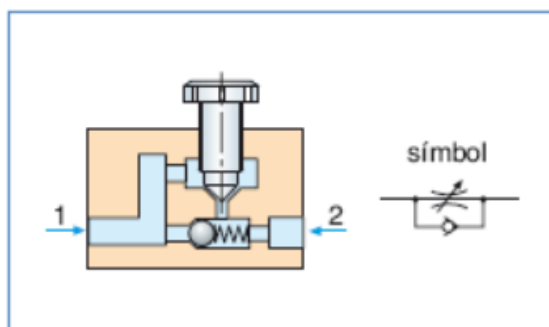
Vàlvules unidireccionals

Són un tipus particular de vàlvules de control que permeten la circulació del flux de fluid en un únic sentit, evitant-ne el pas en sentit invers. Les més utilitzades en sistemes pneumàtics són les vàlvules antiretorn. Es tracta d'una vàlvula normalment tancada per mitjà d'un con o una bola associats a una molla. En un sentit, el fluid venç la força de la molla i deixa el pas lliure. En el sentit contrari la força de la molla es suma a la pressió del fluid tancant el pas. sentit invers.

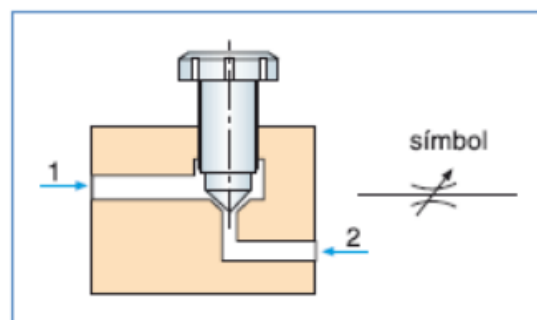


Vàlvules reguladores de cabal

Sovint és necessari modificar la velocitat dels elements de treball. Per aconseguir-ho s'utilitzen les vàlvules reguladores de cabal, que varien la velocitat dels actuadors i regulen el cabal d'alimentació. Aquestes vàlvules es poden dividir en dos grups: bidireccionals i unidireccionals. Les vàlvules reguladores de cabal bidireccionals regulen el pas del fluid en ambdós sentits. Les unidireccionals, en canvi, permeten la lliure circulació del fluid en un sentit i, en el contrari, intercalen una estrangulació, que es pot regular a voluntat i que fixa el cabal de fluid.



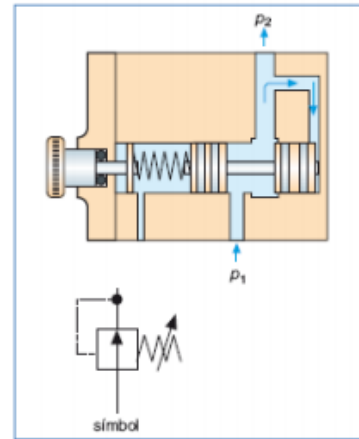
Vàlvula reguladora unidireccional



Vàlvula reguladora bidireccional

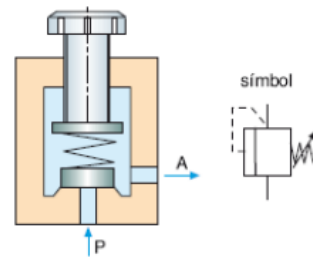
Vàlvules reguladores de pressió

Tenen com a objectiu reduir la pressió d'entrada fins un valor inferior regulable de sortida. Són vàlvules de dues vies normalment obertes gràcies a la força de la molla, les quals redueixen la pressió quan el valor en la sortida supera el de regulació, tot barrant el pas mitjançant un pistó o corredora.



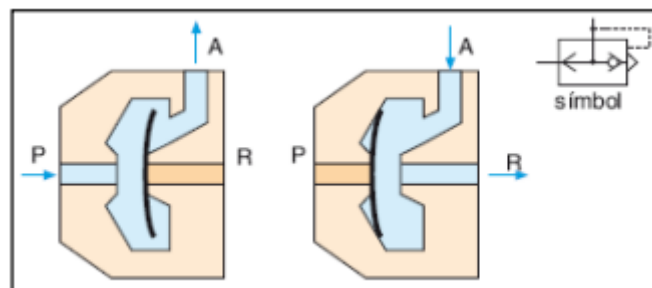
Vàlvules limitadores de pressió

Se les anomena també vàlvules de seguretat i són un element de seguretat en una instal·lació pneumàtica/oleohidràulica. Impedeixen superar la pressió màxima permesa pel sistema, ja que si la pressió s'eleva per sobre del valor prefixat, la vàlvula obre cap a l'atmosfera l'orifici de sortida i permet l'expansió del fluid fins que es restableix el valor nominal de pressió.



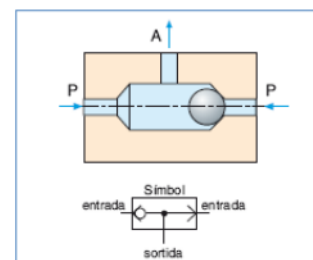
Vàlvules d'escapament ràpid

Són vàlvules destinades accelerar la velocitat dels cilindres, assegurant l'escapament directe a l'atmosfera o al dipòsit, sense retencions del fluid contingut en el cilindre.



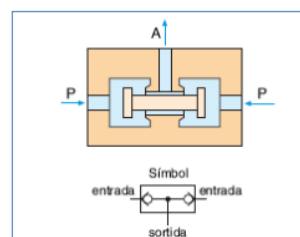
Vàlvules selectores de circuit

Són elements que permeten obtenir a la sortida un senyal procedent indistintament de dos punts d'entrada diferents. Compleixen la funció lògica "O" (OR) de dues entrades.



Vàlvules de simultaneïtat

Compleixen la funció lògica "Y" (AND). Disposen de dues connexions d'entrada i una de sortida. Només s'obté senyal pneumàtic a la sortida si hi ha pressió, simultàniament, a les dues entrades.











Captadors de senyals










Els captadors de senyal són dispositius (sensors i detectors) encarregats de captar informació en un determinat moment i transmetre-la a l'equip pneumàtic. En un sistema automàtic són els elements capaços de detectar, per exemple, la posició de cilindres, actuadors o fenòmens del sistema (pas d'una peça, presència de producte, etc.), així com de captar magnituds físiques (pressió, etc.).

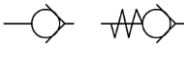
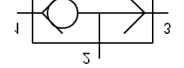
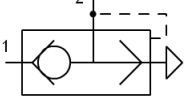
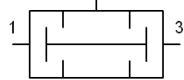
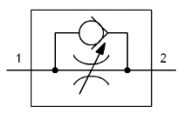
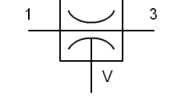
Simbologia








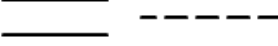
| Vàlvules direccionals | |
|-----------------------|--|
| Símbol | Descripció |
| | Vàlvula 3/2 en posició normalment tancada. |
| | Vàlvula 4/2. |
| | Vàlvula 4/2. |
| | Vàlvula 5/2. |
| | Vàlvula 5/3 en posició normalment tancada. |
| | Vàlvula 5/3 en posició d'escapament. |





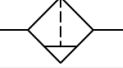
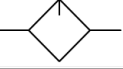

| Mecanismes (actuadors) | |
|------------------------|--|
| Símbol | Descripció |
| | Cilindre de simple efecte, retorn per esforç extern. |
| | Cilindre de simple efecte, retorn per molla. |
| | Cilindre de doble efecte, èmbol simple. |
| | Cilindre de doble efecte, doble èmbol. |
| | Pinça d'apertura angular de simple efecte. |
| | Pinça d'apertura paral·lela de simple efecte. |
| | Pinça d'apertura angular de doble efecte. |
| | Pinça de apertura paral·lela de doble efecte. |

| Accionaments | |
|---|---|
| Símbol | Descripció |
|  | Comandament manual en general, polsador. |
|  | Botó polsador, control manual. |
|  | Comandament amb bloqueig, control manual. |
|  | Comandament per palanca, control manual. |
|  | Molla, control mecànic. |
|  | Rodet palpador, control mecànic. |
|  | Pressuritzat pneumàtic. |
|  | Pressuritzat hidràulic. |

| Bombes, compressors y motors | |
|---|--|
| Símbol | Descripció |
|  | Bomba hidràulica de flux unidireccional. |
|  | Compressor per aire comprimit. |
|  | Dipòsit hidràulic. |
|  | Dipòsit pneumàtic. |
|  | Motor pneumàtic 1 sentit de gir. |
|  | Motor pneumàtic 2 sentits de gir. |
|  | Cilindre basculant 2 sentits de gir. |
|  | Motor hidràulic 1 sentit de gir. |
|  | Motor hidràulic 2 sentits de gir. |

| Vàlvules de control | |
|--|--|
| Símbol | Descripció |
|  | Vàlvula de bloqueig (antiretorn). |
|  | Vàlvula O (OR). Selector. |
|  | Vàlvula de escapament ràpid, Vàlvula antiretorn. |
|  | Vàlvula I (AND). |
|  | Vàlvula estranguladora unidireccional. Vàlvula antiretorn de regulació regulable en un sentit. |
|  | Ejector de buit. |

| Connexions | |
|--|------------------------|
| Símbols | Descripció |
|  | Unió de canals. |
|  | Creuament de canals. |
|  | Font de pressió |
|  | Escapament sense rosca |
|  | Escapament amb rosca. |
|  | Retorn al tanc. |
|  | Unitat operacional. |
|  | Unió mecànica |

| Mesurament y manteniment | |
|---|---------------------------------------|
| Símbol | Descripció |
|  | Manòmetre. |
|  | Termòmetre. |
|  | Indicador òptic. Indicador pneumàtic. |
|  | Filtre. |
|  | Filtre amb drenador de condensació. |
|  | Lubricador |
|  | Unitat de manteniment. |

ARDUINO

Introducció

L'Arduino és una plataforma de lliure computació basada en una placa amb entrades i sortides en un IDE (Integrated Development Environment) que funciona a partir d'un llenguatge de programació.

Hardware

La placa que utilitza l'Arduino és una placa de circuit imprès on trobem instal·lat un microprocessador, la memòria, les connexions d'entrada i sortida i la connexió al port USB. La placa també consta d'un botó per reiniciar el programa i poder enviar-ne un de nou. Gràcies al port USB podem enviar el codi de programació on estan les instruccions que ha de seguir la placa per a executar, aquest port comunica l'Arduino amb l'ordinador. El microprocessador realitza les instruccions emmagatzemades de manera cíclica. Els pins d'entrada i sortida permeten connectar components per a rebre o enviar informació.

El microcontrolador

AREF: Pin de referència analògica.

GND: Senyal de terra digital.

Pins digitals 2-13: Entrada i sortida.

TX/RX: Pins digitals 0-1 / entrada i sortida del port sèrie.

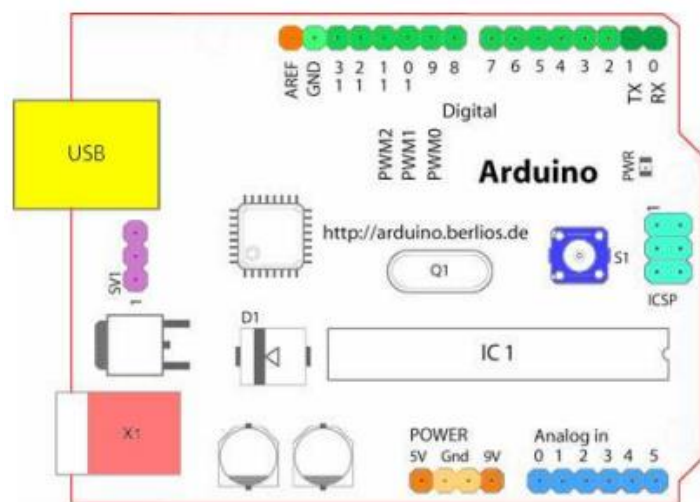
Botó de reinici: Polsador.

Pins de entrada analògica 0-5: Entrada i sortida.

Pins de alimentació: Donen 5v als components.

Pins de terra: Connecten amb ground.

Port USB: Connecta l'Arduino amb l'ordinador.



Entrades i sortides

El microcontrolador rep informació de les entrades, processa aquesta informació i la transforma en codi binari (1 o 0), sent 1 els 5v i 0 els 0v en les sortides. Per tant, a les entrades es connecten sensors i a les sortides actuador.



Les entrades i sortides poden ser: analògiques o digitals.

Les senyals analògiques són aquelles que poden tenir infinits valors entre el mínim i el màxim. Per exemple: Els potenciòmetres, els LDR, els motors elèctrics etc.

Les senyals digitals només poden tenir dos valors 1 o 0 sent 1 el seu valor màxim i 0 el seu valor mínim, és a dir, ON o OFF. Per exemple: Polsadors, relés, etc.

Llenguatge de programació

Per comunicar-nos amb el microcontrolador i enviar els programes, necessitem programar el codi prèviament. Arduino té un programa d'ordinador per a programar, compilar i enviar-ho a la placa Arduino. Els programes poden estar escrits en diferents llenguatges com C o BASIC. Per a programar Arduino té el seu propi llenguatge, el qual segueix la següent estructura:

```
//DECLARACIÓ DE LES VARIABLES I ELS PINTS

int nom_variable1=8;
int nom_variable2=10;

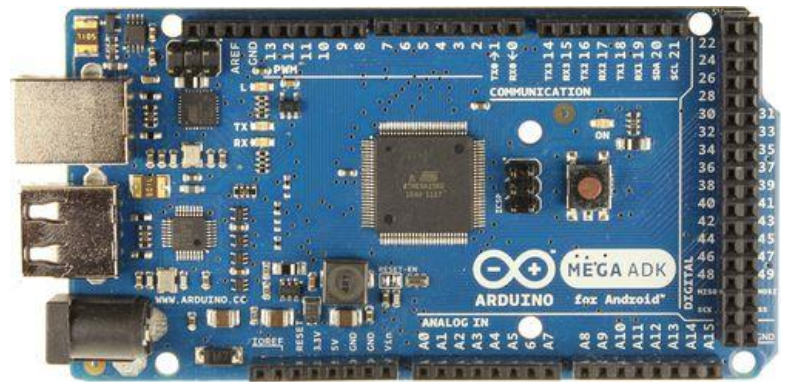
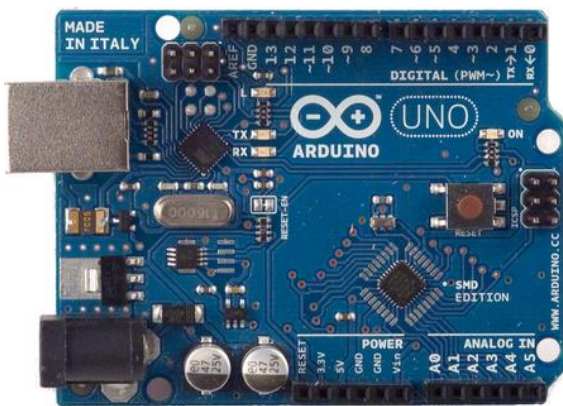
void setup() { //inicialitzem com a OUTPUT o INPUT
  pinMode(nom_variable1, OUTPUT);
  pinMode(nom_variable2, INPUT);
}

void loop() { //Bucle que es repeteix successivament durant el programa
  digitalWrite(nom_variable1, HIGH); // rebrà voltatge el component connectat al pin 8
  delay(2000); //S'atura 2 segons
  digitalWrite(nom_variable2); // Llegeix el valor que proporciona el component connectat al pin 10
}
```

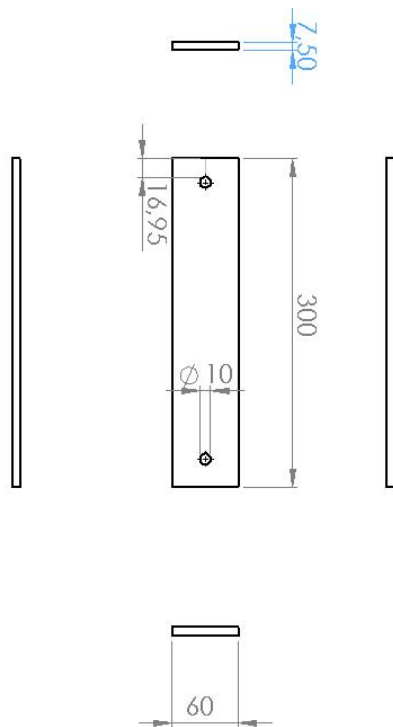
Tipus de plaques

Hi ha una gran varietat de plaques d'Arduino disponibles al mercat, tot hi que la més utilitzada és l'Arduino UNO, ja que aquesta dona bones prestacions i és econòmica. Aquesta placa té les característiques explicades anteriorment. Quan vam iniciar el nostre projecte, vam començar utilitzant l'Arduino UNO, però conforme vam anar avançant ens vam adonar que aquesta tenia un nombre molt reduït de pins per a totes les connexions que necessitàvem fer.

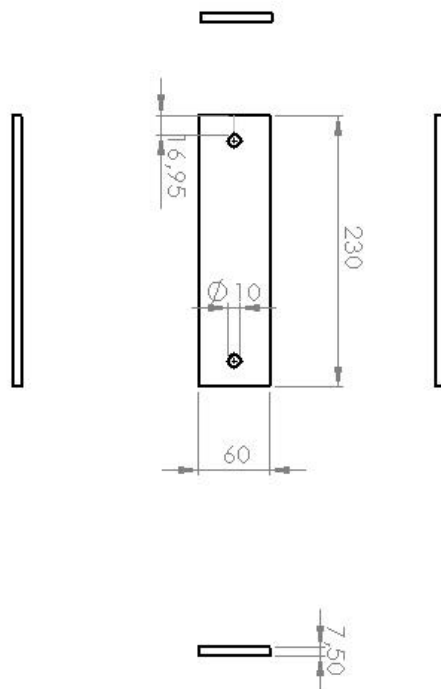
Es per això que vam decidir canviar de placa i utilitzar una que tingués més quantitat de pins tant digitals com analògics. La placa més adient per a solucionar aquest problema és l'Arduino MEGA. Aquesta placa funciona de la mateixa manera que l'Arduino UNO per disposa de més entrades i sortides, un total 49 digitals i 13 analògiques.



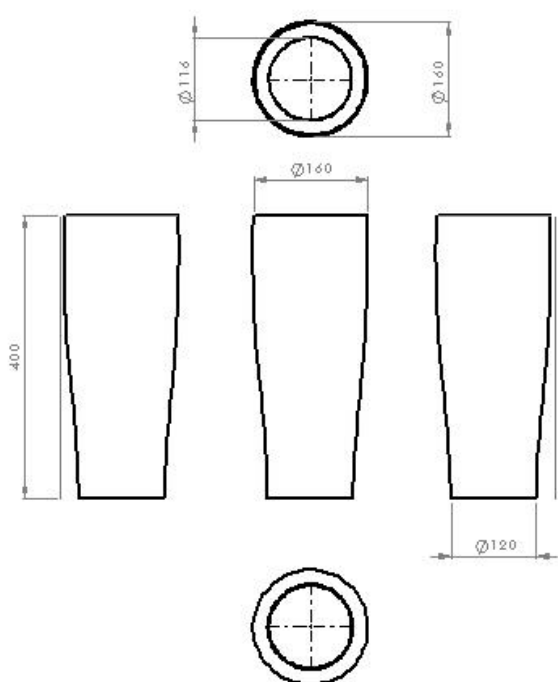
Plànol 2D peça “lateral superior”:



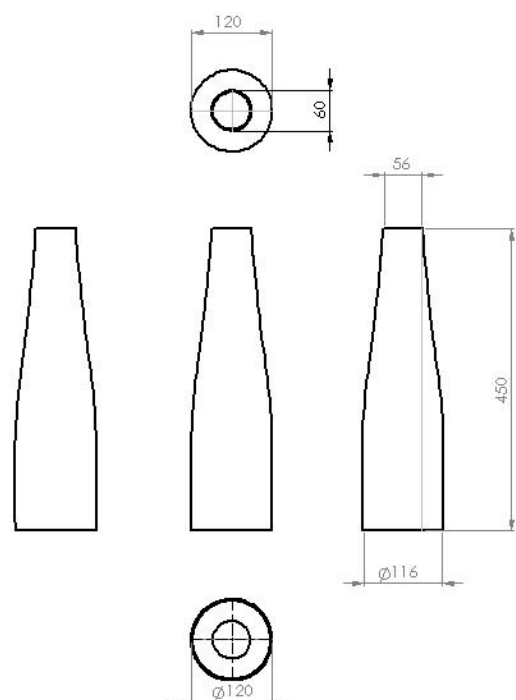
Plànol 2D peça “lateral inferior”:



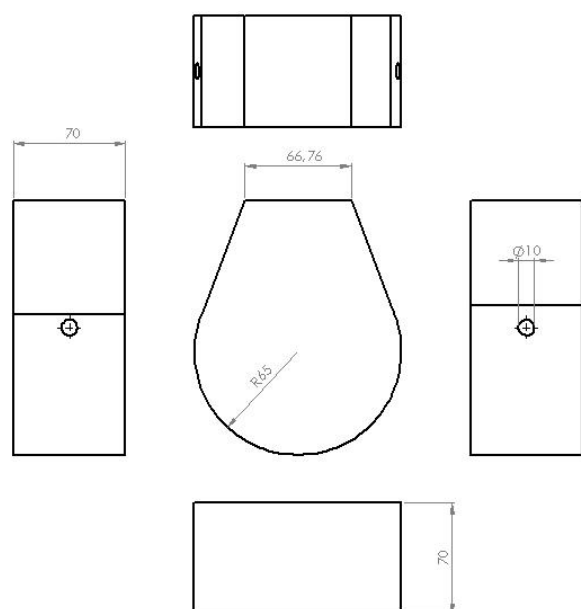
Plànol 2D peça “recobriment superior”:



Plànol 2D peça “recobriment inferior”:



Plànol 2D peça “maluc”:



Plànol 2D peça “genoll”:

