

# Índice general

<b>A. Código de programas en MatLab</b>	<b>1</b>
A.1. Archivo de entrada de datos . . . . .	1
A.2. Generación de función de movimiento . . . . .	3
A.3. Composición de vectores de fuerza . . . . .	5
A.4. Generador automático de fuerzas . . . . .	6
<b>B. Tablas de resultados del análisis dinámico</b>	<b>9</b>
B.1. Resultados obtenidos con la fuerza . . . . .	9
B.1.1. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	9
B.1.2. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	12
B.2. Resultados obtenidos con el momento . . . . .	15
B.2.1. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	15
B.2.2. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	18
B.3. Resultados totales con fuerza y momento . . . . .	21
B.3.1. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	21
B.3.2. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	24
<b>C. Planos de las piezas del mecanismo</b>	<b>27</b>



# Índice de figuras

C.1. Casquillo 1 . . . . .	28
C.2. Casquillo 2 . . . . .	29
C.3. Distanciador . . . . .	30
C.4. Perfil . . . . .	31
C.5. Eje para dos perfiles . . . . .	32
C.6. Conjunto de dos perfiles con casquillos y eje . . . . .	33



# Índice de cuadros

B.1. Fuerza. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	9
B.2. Fuerza. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	10
B.3. Fuerza. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	10
B.4. Fuerza. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	11
B.5. Fuerza. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	11
B.6. Fuerza. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	12
B.7. Fuerza. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	12
B.8. Fuerza. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	13
B.9. Fuerza. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	13
B.10. Fuerza. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	14
B.11. Momento. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	15
B.12. Momento. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	15
B.13. Momento. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	16
B.14. Momento. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	16
B.15. Momento. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	17
B.16. Momento. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	18
B.17. Momento. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	18
B.18. Momento. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	19
B.19. Momento. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	19
B.20. Momento. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	20
B.21. Total. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	21
B.22. Total. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	21
B.23. Total. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	22
B.24. Total. $\varphi = 10^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	22
B.25. Total. $\varphi = 10^\circ$ . . . . .	23
B.26. Total. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=4$ . . . . .	24
B.27. Total. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3,5$ . . . . .	24
B.28. Total. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=3$ . . . . .	25
B.29. Total. $\varphi = 60^\circ$ . $b=2$ , $a=2,5$ . . . . .	25
B.30. Total. $\varphi = 60^\circ$ . . . . .	26



# Apéndice A

## Código de programas en MatLab

### A.1. Archivo de entrada de datos

```
%Nombre del archivo: angaben_mod_kempe.m

clear all
clc

% datos de entrada
zeit      = 1;
zeit_ink  = 1e-3;

b  = input('b  = ');
a  = input('a  = ');

c  = b^2/a;

phi = input('phi = ')*pi/180;

h  = 2*b*cos(phi);

%para situar posición inicial y orientación puntos F y E
AOB = sqrt(a^2+b^2-2*a*b*cos(pi/2+phi)); % alpha winkel teorema coseno
alpha = 2*acos((a^2+AOB^2-b^2)/(2*a*AOB));
beta_1= pi - 2*phi - alpha;

BE    = sqrt(b^2+c^2-2*b*c*cos(pi/2+phi)); % más ángulos
beta  = 2*acos((b^2+BE^2-c^2)/(2*b*BE));   %beta_2=alpha
gamma = 2*acos((c^2+BE^2-b^2)/(2*c*BE));   %epsilon=beta_1

%coordenadas posición inicial de cada punto
```

```

x_a0 = 0;          y_a0 = 0;  z_a0 = 0;
x_b0 = a;         y_b0 = 0;  z_b0 = 0;
x_a  = b*sin(phi); y_a  = 0;  z_a  = -b*cos(phi);
x_b  = a+b*sin(phi); y_b  = 0;  z_b  = -b*cos(phi);
x_c  = a;         y_c  = 0;  z_c  = -2*b*cos(phi);
x_d  = 0;         y_d  = 0;  z_d  = -2*b*cos(phi);
x_e  = a-c;      y_e  = 0;  z_e  = -2*b*cos(phi);
x_f  = a*cos(alpha); y_f  = 0;  z_f  = -a*sin(alpha);

```

```
%vector de posición de cada punto
```

```

r_a0 = [x_a0; y_a0; z_a0];
r_b0 = [x_b0; y_b0; z_b0];
r_a  = [x_a ; y_a ; z_a ];
r_b  = [x_b ; y_b ; z_b ];
r_c  = [x_c ; y_c ; z_c ];
r_d  = [x_d ; y_d ; z_d ];
r_e  = [x_e ; y_e ; z_e ];
r_f  = [x_f ; y_f ; z_f ];

```

```
%vector de posición de centros de masas
```

```

g_a0a = (r_a0+r_a)/2;
g_b0b = (r_b0+r_b)/2;
g_ab  = (r_a+r_b)/2;
g_ad  = (r_a+r_d)/2;
g_bc  = (r_b+r_c)/2;
g_a0f = (r_a0+r_f)/2;
g_bf  = (r_b+r_f)/2;
g_ef  = (r_e+r_f)/2;
g_ced = (r_c+r_d)/2;

```

```
%orientation
```

```

o_a0a = [0 pi/2-phi 0];
o_b0b = [0 pi/2-phi 0];
o_ab  = [0 0 0];
o_ad  = [0 pi/2+phi 0];
o_bc  = [0 pi/2+phi 0];
o_a0f = [0 alpha 0];
o_bf  = [0 beta+phi-pi/2 0];
o_ef  = [0 pi-gamma 0];
o_ced = [0 0 0];

```

```
%datos de masas e inercias
```

```
s = 1.044e-3;
```



```

ro = 2700;

m_a = ro*s*a;
m_b = ro*s*b;
m_c = ro*s*c;

I_a = m_a * [a^2 0 0; 0 a^2 0; 0 0 0]/12;
I_b = m_b * [b^2 0 0; 0 b^2 0; 0 0 0]/12;
I_c = m_c * [c^2 0 0; 0 c^2 0; 0 0 0]/12;

%generación de funciones del movimiento
[weg gesch besch] = polynom5(0,0,0,h,0,0,0,zeit,zeit_ink);

zeit_fun = [0:zeit_ink:zeit]';
weg_fun = [zeit_fun [0 weg]'];
gesch_fun = [zeit_fun [0 gesch]'];
besch_fun = [zeit_fun [0 besch]'];

%Kräfte und Momente
F_i = -1000;

b_0 = 2; %ursprungliche b ist 2m
H_ges_0 = 6; %vom Dach bis zum Boden
H_ges = H_ges_0 *(b/b_0);

h_hand_0 = 1.5; %ursprungliche h vom Boden bis zu den Händen
h_hand = h_hand_0 *(b/b_0);

h_0 = H_ges - h_hand - 2*b; %Abstand zwischen Hand und down Position
delta_h = h_0 + (2*b - h); %Hebelarm der Kraft
M_i = -F_i*delta_h;

```

## A.2. Generación de función de movimiento

```

% Nombre del archivo: polynom5.m
% Se usa como función en angaben_mod_kempe.m
% Genera una función de movimiento según un polinomio de 5° grado,
% así como las funciones de velocidad y aceleración

function [X_0, X_1, X_2] = polynom5 (X0_0,X0_1,X0_2,X1_0,X1_1,X1_2,T0,DT,Ts)

```

```
a = -((6 * DT * X0_1 + DT ^ 2 * X0_2 - 12 * X1_0 + 12 * X0_0 - DT ^ 2 * X1_2
+ 6 * DT * X1_1) / DT ^ 5) / 0.2e1;
```

```
b = (1 / DT ^ 5 * (30 * T0 * DT * X0_1 + 5 * T0 * DT ^ 2 * X0_2 - 60 * T0 *
X1_0 + 60 * T0 * X0_0 - 5 * T0 * DT ^ 2 * X1_2 + 30 * T0 * DT * X1_1 + 16 *
X0_1 * DT ^ 2 + 3 * DT ^ 3 * X0_2 - 30 * DT * X1_0 + 30 * DT * X0_0 - 2 *
DT ^ 3 * X1_2 + 14 * X1_1 * DT ^ 2)) / 0.2e1;
```

```
c = -(1 / DT ^ 5 * (10 * T0 ^ 2 * DT ^ 2 * X0_2 + 120 * T0 * DT * X0_0 -
120 * T0 * DT * X1_0 - 10 * T0 ^ 2 * DT ^ 2 * X1_2 + 60 * T0 ^ 2 * DT *
X0_1 + 60 * T0 ^ 2 * DT * X1_1 + 12 * T0 * DT ^ 3 * X0_2 - 8 * T0 *
DT ^ 3 * X1_2 + 64 * T0 * DT ^ 2 * X0_1 + 56 * T0 * DT ^ 2 * X1_1 + 3
* X0_2 * DT ^ 4 - X1_2 * DT ^ 4 - 120 * T0 ^ 2 * X1_0 + 120 * T0 ^ 2
* X0_0 + 12 * DT ^ 3 * X0_1 - 20 * DT ^ 2 * X1_0 + 20 * DT ^ 2 *
X0_0 + 8 * DT ^ 3 * X1_1)) / 0.2e1;
```

```
d = ((-60 * T0 * DT ^ 2 * X1_0 + X0_2 * DT ^ 5 + 120 * T0 ^ 3 * X0_0
- 120 * T0 ^ 3 * X1_0 + 60 * T0 ^ 3 * DT * X0_1 + 10 * T0 ^ 3 * DT ^ 2
* X0_2 - 10 * T0 ^ 3 * DT ^ 2 * X1_2 + 60 * T0 ^ 3 * DT * X1_1 + 180 *
T0 ^ 2 * DT * X0_0 - 180 * T0 ^ 2 * DT * X1_0 + 96 * T0 ^ 2 * X0_1 *
DT ^ 2 + 18 * T0 ^ 2 * DT ^ 3 * X0_2 - 12 * T0 ^ 2 * DT ^ 3 * X1_2 + 84
* T0 ^ 2 * X1_1 * DT ^ 2 - 3 * T0 * X1_2 * DT ^ 4 + 9 * T0 * X0_2 *
DT ^ 4 + 60 * T0 * DT ^ 2 * X0_0 + 36 * T0 * X0_1 * DT ^ 3 + 24 * T0
* X1_1 * DT ^ 3) / DT ^ 5) / 0.2e1;
```

```
e = -((-2 * X0_1 * DT ^ 5 + 60 * T0 ^ 4 * X0_0 - 60 * T0 ^ 4 * X1_0
+ 2 * T0 * X0_2 * DT ^ 5 + 30 * T0 ^ 4 * DT * X0_1 + 5 * T0 ^ 4 *
DT ^ 2 * X0_2 - 5 * T0 ^ 4 * DT ^ 2 * X1_2 + 30 * T0 ^ 4 * DT * X1_1
+ 120 * T0 ^ 3 * DT * X0_0 - 120 * T0 ^ 3 * DT * X1_0 + 64 * T0 ^ 3
* X0_1 * DT ^ 2 + 12 * T0 ^ 3 * DT ^ 3 * X0_2 - 8 * T0 ^ 3 * DT ^ 3
* X1_2 + 56 * T0 ^ 3 * X1_1 * DT ^ 2 - 3 * T0 ^ 2 * X1_2 * DT ^ 4 +
9 * T0 ^ 2 * X0_2 * DT ^ 4 + 60 * T0 ^ 2 * DT ^ 2 * X0_0 - 60 *
T0 ^ 2 * DT ^ 2 * X1_0 + 36 * T0 ^ 2 * X0_1 * DT ^ 3 + 24 * T0 ^ 2
* X1_1 * DT ^ 3) / DT ^ 5) / 0.2e1;
```

```
f = ((-20 * T0 ^ 3 * DT ^ 2 * X1_0 + 12 * T0 ^ 3 * X0_1 * DT ^ 3 +
8 * T0 ^ 3 * X1_1 * DT ^ 3 + 2 * X0_0 * DT ^ 5 + 12 * T0 ^ 5 * X0_0
- 12 * T0 ^ 5 * X1_0 - 2 * T0 * X0_1 * DT ^ 5 + T0 ^ 2 * X0_2 *
DT ^ 5 + 6 * T0 ^ 5 * DT * X0_1 + T0 ^ 5 * DT ^ 2 * X0_2 - T0 ^ 5 *
DT ^ 2 * X1_2 + 6 * T0 ^ 5 * DT * X1_1 + 30 * T0 ^ 4 * DT * X0_0 - 30
* T0 ^ 4 * DT * X1_0 + 16 * T0 ^ 4 * X0_1 * DT ^ 2 + 3 * T0 ^ 4 *
DT ^ 3 * X0_2 - 2 * T0 ^ 4 * DT ^ 3 * X1_2 + 14 * T0 ^ 4 * X1_1 *
DT ^ 2 - T0 ^ 3 * X1_2 * DT ^ 4 + 3 * T0 ^ 3 * X0_2 * DT ^ 4 + 20
```

```

* T0 ^ 3 * DT ^ 2 * X0_0) / DT ^ 5) / 0.2e1;

for i=1:ceil((T0+DT)/Ts)
    X_0(i)= a*(i*Ts)^5+b*(i*Ts)^4+c*(i*Ts)^3+d*(i*Ts)^2+e*(i*Ts)+f;
    X_1(i)= 5*a*(i*Ts)^4+4*b*(i*Ts)^3+3*c*(i*Ts)^2+2*d*(i*Ts)+e;
    X_2(i)= 20*a*(i*Ts)^3+12*b*(i*Ts)^2+6*c*(i*Ts)+2*d;
end;

% X0_0 : posicion inicial          X1_0 : posicion final
% X0_1 : velocidad inicial        X1_1 : velocidad final
% X0_2 : aceleracion inicial      X1_2 : aceleracion final

```

### A.3. Composición de vectores de fuerza

```

% Tras la simulación, a partir de los valores de reacciones en las uniones
% entre barras, calcula los módulos de las fuerzas y sus ángulos.
% Funciona como subrutina dentro de auto_kraft_moment.m

```

```

%F Beträge

```

```

v_F(1,1) = sqrt(AOA_0(1,7)^2 + AOA_0(1,8)^2 + AOA_0(1,9)^2);
v_F(2,1) = sqrt(AOA_AB(1,7)^2 + AOA_AB(1,8)^2 + AOA_AB(1,9)^2);
v_F(3,1) = sqrt(AOF_0(1,7)^2 + AOF_0(1,8)^2 + AOF_0(1,9)^2);
v_F(4,1) = sqrt(AOF_FB(1,7)^2 + AOF_FB(1,8)^2 + AOF_FB(1,9)^2);
v_F(5,1) = sqrt(AB_BB0(1,7)^2 + AB_BB0(1,8)^2 + AB_BB0(1,9)^2);
v_F(6,1) = sqrt(AB_BC(1,7)^2 + AB_BC(1,8)^2 + AB_BC(1,9)^2);
v_F(7,1) = sqrt(AD_DEC(1,7)^2 + AD_DEC(1,8)^2 + AD_DEC(1,9)^2);
v_F(8,1) = sqrt(BOB_0(1,7)^2 + BOB_0(1,8)^2 + BOB_0(1,9)^2);
v_F(9,1) = sqrt(BOB_BF(1,7)^2 + BOB_BF(1,8)^2 + BOB_BF(1,9)^2);
v_F(10,1) = sqrt(BA_AD(1,7)^2 + BA_AD(1,8)^2 + BA_AD(1,9)^2);
v_F(11,1) = sqrt(BC_CED(1,7)^2 + BC_CED(1,8)^2 + BC_CED(1,9)^2);
v_F(12,1) = sqrt(BF_FE(1,7)^2 + BF_FE(1,8)^2 + BF_FE(1,9)^2);
v_F(13,1) = sqrt(FE_ECD(1,7)^2 + FE_ECD(1,8)^2 + FE_ECD(1,9)^2);

```

```

%F winkel (von X-Achse)

```

```

v_F(1,2) = atan(AOA_0(1,9)/AOA_0(1,7))*180/pi;
v_F(2,2) = atan(AOA_AB(1,9)/AOA_AB(1,7))*180/pi;

```

```

v_F(3,2) = atan(AOF_0(1,9)/AOF_0(1,7))*180/pi;
v_F(4,2) = atan(AOF_FB(1,9)/AOF_FB(1,7))*180/pi;
v_F(5,2) = atan(AB_BB0(1,9)/AB_BB0(1,7))*180/pi;
v_F(6,2) = atan(AB_BC(1,9)/AB_BC(1,7))*180/pi;
v_F(7,2) = atan(AD_DEC(1,9)/AD_DEC(1,7))*180/pi;
v_F(8,2) = atan(BOB_0(1,9)/BOB_0(1,7))*180/pi;
v_F(9,2) = atan(BOB_BF(1,9)/BOB_BF(1,7))*180/pi;
v_F(10,2) = atan(BA_AD(1,9)/BA_AD(1,7))*180/pi;
v_F(11,2) = atan(BC_CED(1,9)/BC_CED(1,7))*180/pi;
v_F(12,2) = atan(BF_FE(1,9)/BF_FE(1,7))*180/pi;
v_F(13,2) = atan(FE_ECD(1,9)/FE_ECD(1,7))*180/pi;

```

#### A.4. Generador automático de fuerzas

```

% Este programa ejecuta el programa de entrada de datos,
% hace la simulación, recoge los datos obtenidos de fuerzas
% y calcula los esfuerzos en barras así como en las uniones.

```

```

angaben_mod_kempe

```

```

sim mod_kempe_dir_dyn_kraft_moment

```

```

vektorF

```

```

i=1;

```

```

F(1,10,i)=v_F(1,1);
F(10,1,i)=v_F(1,1);
F(1,2,i)=v_F(1,1);
F(2,1,i)=v_F(1,1);
F(6,2,i)=v_F(1,1);
F(2,6,i)=v_F(1,1);
F(6,5,i)=v_F(1,1);
F(5,6,i)=v_F(1,1);

```

```

F(9,10,i)=v_F(4,1);
F(10,9,i)=v_F(4,1);
F(9,8,i)=v_F(4,1);
F(8,9,i)=v_F(4,1);
F(8,7,i)=v_F(4,1);

```

```
F(7,8,i)=v_F(4,1);  
F(7,5,i)=v_F(4,1);  
F(5,7,i)=v_F(4,1);
```

```
F(10,3,i)=v_F(8,1);  
F(3,10,i)=v_F(8,1);
```

```
F(3,8,i)=v_F(9,1);  
F(8,3,i)=v_F(9,1);
```

```
F(3,2,i)=v_F(5,1);  
F(2,3,i)=v_F(5,1);
```

```
F(2,4,i)=v_F(6,1);  
F(4,2,i)=v_F(6,1);  
F(4,5,i)=v_F(6,1);  
F(5,4,i)=v_F(6,1);
```

```
F_g(1,i)=F(1,10,i);  
F_g(2,i)=2*F(1,2,i)*cos(pi/2-phi);  
F_g(3,i)=F(3,10,i);  
F_g(4,i)=F(4,2,i);  
%F_g(5,i)=F(1,10,i);  
F_g(6,i)=F(6,2,i);  
F_g(7,i)=F(7,8,i);  
F_g(8,i)=F(8,3,i);  
F_g(9,i)=F(9,10,i);
```



# Apéndice B

## Tablas de resultados del análisis dinámico

En las tablas figuran las fuerzas existentes entre las distintas barras. La barra número 10 es la bancada. Lógicamente, las tablas son simétricas.

### B.1. Resultados obtenidos con la fuerza

#### B.1.1. $\varphi = 10^\circ$

	b=2 a=4									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	449	0	0	0	0	0	0	0	449
2	449	0	1383	1347	0	449	0	0	0	0
3	0	1383	0	0	0	0	0	659	0	1000
4	0	1347	0	0	1347	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1347	0	449	1898	0	0	0
6	0	449	0	0	449	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1898	0	0	1898	0	0
8	0	0	659	0	0	0	1898	0	1898	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1898	0	1898
10	449	0	1000	0	0	0	0	0	1898	0

Cuadro B.1: Fuerza.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=4

<b>b=2 a=3,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	722	0	0	0	0	0	0	0	722
<b>2</b>	722	0	1554	1490	0	722	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1554	0	0	0	0	0	786	0	1143
<b>4</b>	0	1490	0	0	1490	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1490	0	722	2264	0	0	0
<b>6</b>	0	722	0	0	722	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	2264	0	0	2264	0	0
<b>8</b>	0	0	786	0	0	0	2264	0	2264	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	2264	0	2264
<b>10</b>	722	0	1143	0	0	0	0	0	2264	0

Cuadro B.2: Fuerza.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3,5

<b>b=2 a=3</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	1345	0	0	0	0	0	0	0	1345
<b>2</b>	1345	0	1821	1681	0	1345	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1821	0	0	0	0	0	1048	0	1333
<b>4</b>	0	1681	0	0	1681	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1681	0	1345	3017	0	0	0
<b>6</b>	0	1345	0	0	1345	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	3017	0	0	3017	0	0
<b>8</b>	0	0	1048	0	0	0	3017	0	3017	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	3017	0	3017
<b>10</b>	1345	0	1333	0	0	0	0	0	3017	0

Cuadro B.3: Fuerza.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3



b=2 a=2,5										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	3462	0	0	0	0	0	0	0	3462
2	3462	0	2460	1947	0	3462	0	0	0	0
3	0	2460	0	0	0	0	0	1850	0	1600
4	0	1947	0	0	1947	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1947	0	3462	5327	0	0	0
6	0	3462	0	0	3462	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	5327	0	0	5327	0	0
8	0	0	1850	0	0	0	5327	0	5327	0
9	0	0	0	0	0	0	0	5327	0	5327
10	3462	0	1600	0	0	0	0	0	5327	0

Cuadro B.4: Fuerza.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=2,5

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	449	722	1345	3462
2	156	251	467	1202
3	1000	1143	1333	1600
4	1347	1490	1681	1947
5	0	0	0	0
6	449	722	1345	3462
7	1898	2264	3017	5327
8	659	786	1048	1850
9	1898	2264	3017	5327

Cuadro B.5: Fuerza.  $\varphi = 10^\circ$

**B.1.2.**  $\varphi = 60^\circ$ 

b=2 a=4										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	911	0	0	0	0	0	0	0	911
2	911	0	4173	2732	0	911	0	0	0	0
3	0	4173	0	0	0	0	0	4887	0	1000
4	0	2732	0	0	2732	0	0	0	0	0
5	0	0	0	2732	0	911	2821	0	0	0
6	0	911	0	0	911	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	2821	0	0	2821	0	0
8	0	0	4887	0	0	0	2821	0	2821	0
9	0	0	0	0	0	0	0	2821	0	2821
10	911	0	1000	0	0	0	0	0	2821	0

Cuadro B.6: Fuerza.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=4

b=2 a=3,5										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1394	0	0	0	0	0	0	0	1394
2	1394	0	5110	2875	0	1394	0	0	0	0
3	0	5110	0	0	0	0	0	5957	0	1143
4	0	2875	0	0	2875	0	0	0	0	0
5	0	0	0	2875	0	1394	3439	0	0	0
6	0	1394	0	0	1394	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	3439	0	0	3439	0	0
8	0	0	5957	0	0	0	3439	0	3439	0
9	0	0	0	0	0	0	0	3439	0	3439
10	1394	0	1143	0	0	0	0	0	3439	0

Cuadro B.7: Fuerza.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=3,5

<b>b=2 a=3</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	2452	0	0	0	0	0	0	0	2452
<b>2</b>	2452	0	7070	3065	0	2452	0	0	0	0
<b>3</b>	0	7070	0	0	0	0	0	8103	0	1333
<b>4</b>	0	3065	0	0	3065	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	3065	0	2452	4678	0	0	0
<b>6</b>	0	2452	0	0	2452	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	4678	0	0	4678	0	0
<b>8</b>	0	0	8103	0	0	0	4678	0	4678	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	4678	0	4678
<b>10</b>	2452	0	1333	0	0	0	0	0	4678	0

Cuadro B.8: Fuerza.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=3

<b>b=2 a=2,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	5924	0	0	0	0	0	0	0	5924
<b>2</b>	5924	0	13251	3332	0	5924	0	0	0	0
<b>3</b>	0	13251	0	0	0	0	0	14557	0	1600
<b>4</b>	0	3332	0	0	3332	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	3332	0	5924	8405	0	0	0
<b>6</b>	0	5924	0	0	5924	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	8405	0	0	8405	0	0
<b>8</b>	0	0	14557	0	0	0	8405	0	8405	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	8405	0	8405
<b>10</b>	5924	0	1600	0	0	0	0	0	8405	0

Cuadro B.9: Fuerza.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=2,5

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	911	1394	2452	5924
2	1577	2414	4248	10260
3	1000	1143	1333	1600
4	2732	2875	3065	3332
5	0	0	0	0
6	911	1394	2452	5924
7	2821	3439	4678	8405
8	4887	5957	8103	14557
9	2821	3439	4678	8405

Cuadro B.10: Fuerza.  $\varphi = 60^\circ$

**B.2. Resultados obtenidos con el momento****B.2.1.  $\varphi = 10^\circ$** 

		<b>b=2 a=4</b>									
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0	142
<b>2</b>	142	0	142	142	0	142	0	0	0	0	0
<b>3</b>	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0	142
<b>4</b>	0	142	0	0	142	0	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	142	0	142	0	0	0	0	0
<b>6</b>	0	142	0	0	142	0	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	142	0	142	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.11: Momento.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=4

		<b>b=2 a=3,5</b>									
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	163	0	0	0	0	0	0	0	0	163
<b>2</b>	163	0	163	163	0	163	0	0	0	0	0
<b>3</b>	0	163	0	0	0	0	0	0	0	0	163
<b>4</b>	0	163	0	0	163	0	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	163	0	163	0	0	0	0	0
<b>6</b>	0	163	0	0	163	0	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	163	0	163	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.12: Momento.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3,5

b=2 a=3										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	190	0	0	0	0	0	0	0	190
2	190	0	190	190	0	190	0	0	0	0
3	0	190	0	0	0	0	0	0	0	190
4	0	190	0	0	190	0	0	0	0	0
5	0	0	0	190	0	190	0	0	0	0
6	0	190	0	0	190	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	190	0	190	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.13: Momento.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3

b=2 a=2,5										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	228	0	0	0	0	0	0	0	228
2	228	0	228	228	0	228	0	0	0	0
3	0	228	0	0	0	0	0	0	0	228
4	0	228	0	0	228	0	0	0	0	0
5	0	0	0	228	0	228	0	0	0	0
6	0	228	0	0	228	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	228	0	228	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.14: Momento.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=2,5

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	142	163	190	228
2	49	57	66	79
3	142	163	190	228
4	142	163	190	228
5	0	0	0	0
6	142	163	190	228
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0

Cuadro B.15: Momento.  $\varphi = 10^\circ$

**B.2.2.**  $\varphi = 60^\circ$ 

		<b>b=2 a=4</b>								
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	1250	0	0	0	0	0	0	0	1250
<b>2</b>	1250	0	1250	1250	0	1250	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1250	0	0	0	0	0	0	0	1250
<b>4</b>	0	1250	0	0	1250	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1250	0	1250	0	0	0	0
<b>6</b>	0	1250	0	0	1250	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	1250	0	1250	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.16: Momento.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=4

		<b>b=2 a=3.5</b>								
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	1429	0	0	0	0	0	0	0	1429
<b>2</b>	1429	0	1429	1429	0	1429	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1429	0	0	0	0	0	0	0	1429
<b>4</b>	0	1429	0	0	1429	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1429	0	1429	0	0	0	0
<b>6</b>	0	1429	0	0	1429	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	1429	0	1429	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.17: Momento.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=3,5



<b>b=2 a=3</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	1667	0	0	0	0	0	0	0	1667
<b>2</b>	1667	0	1667	1667	0	1667	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1667	0	0	0	0	0	0	0	1667
<b>4</b>	0	1667	0	0	1667	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1667	0	1667	0	0	0	0
<b>6</b>	0	1667	0	0	1667	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	1667	0	1667	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.18: Momento.  $\varphi = 60^\circ$ .  $b=2$ ,  $a=3$ 

<b>b=2 a=2,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000
<b>2</b>	2000	0	2000	2000	0	2000	0	0	0	0
<b>3</b>	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	2000
<b>4</b>	0	2000	0	0	2000	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	2000	0	2000	0	0	0	0
<b>6</b>	0	2000	0	0	2000	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>8</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	2000	0	2000	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro B.19: Momento.  $\varphi = 60^\circ$ .  $b=2$ ,  $a=2,5$

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	1250	1429	1667	2000
2	2165	2474	2887	3464
3	1250	1429	1667	2000
4	1250	1429	1667	2000
5	0	0	0	0
6	1250	1429	1667	2000
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0

Cuadro B.20: Momento.  $\varphi = 60^\circ$

**B.3. Resultados totales con fuerza y momento****B.3.1.  $\varphi = 10^\circ$** 

<b>b=2 a=4</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	307	0	0	0	0	0	0	0	307
<b>2</b>	307	0	1512	1490	0	307	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1512	0	0	0	0	0	659	0	1142
<b>4</b>	0	1490	0	0	1490	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1490	0	307	1898	0	0	0
<b>6</b>	0	307	0	0	307	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	1898	0	0	1898	0	0
<b>8</b>	0	0	659	0	0	0	1898	0	1898	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	1898	0	1898
<b>10</b>	307	0	1142	0	0	0	0	0	1898	0

Cuadro B.21: Total.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=4

<b>b=2 a=3,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	560	0	0	0	0	0	0	0	560
<b>2</b>	560	0	1697	1653	0	560	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1697	0	0	0	0	0	786	0	1306
<b>4</b>	0	1653	0	0	1653	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1653	0	560	2264	0	0	0
<b>6</b>	0	560	0	0	560	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	2264	0	0	2264	0	0
<b>8</b>	0	0	786	0	0	0	2264	0	2264	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	2264	0	2264
<b>10</b>	560	0	1306	0	0	0	0	0	2264	0

Cuadro B.22: Total.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3,5

<b>b=2 a=3</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	1155	0	0	0	0	0	0	0	1155
<b>2</b>	1155	0	1980	1870	0	1155	0	0	0	0
<b>3</b>	0	1980	0	0	0	0	0	1048	0	1523
<b>4</b>	0	1870	0	0	1870	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	1870	0	1155	3017	0	0	0
<b>6</b>	0	1155	0	0	1155	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	3017	0	0	3017	0	0
<b>8</b>	0	0	1048	0	0	0	3017	0	3017	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	3017	0	3017
<b>10</b>	1155	0	1523	0	0	0	0	0	3017	0

Cuadro B.23: Total.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=3

<b>b=2 a=2,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	3234	0	0	0	0	0	0	0	3234
<b>2</b>	3234	0	2616	2175	0	3234	0	0	0	0
<b>3</b>	0	2616	0	0	0	0	0	1850	0	1828
<b>4</b>	0	2175	0	0	2175	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	2175	0	3234	5327	0	0	0
<b>6</b>	0	3234	0	0	3234	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	5327	0	0	5327	0	0
<b>8</b>	0	0	1850	0	0	0	5327	0	5327	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	5327	0	5327
<b>10</b>	3234	0	1828	0	0	0	0	0	5327	0

Cuadro B.24: Total.  $\varphi = 10^\circ$ . b=2, a=2,5

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	307	560	1155	3234
2	107	194	401	1123
3	1142	1306	1523	1828
4	1490	1653	1870	2175
5	0	0	0	0
6	307	560	1155	3234
7	1898	2264	3017	5327
8	659	786	1048	1850
9	1898	2264	3017	5327

Cuadro B.25: Total.  $\varphi = 10^\circ$

**B.3.2.**  $\varphi = 60^\circ$ 

<b>b=2 a=4</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	339	0	0	0	0	0	0	0	339
<b>2</b>	339	0	3485	3982	0	339	0	0	0	0
<b>3</b>	0	3485	0	0	0	0	0	4887	0	2250
<b>4</b>	0	3982	0	0	3982	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	3982	0	339	2821	0	0	0
<b>6</b>	0	339	0	0	339	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	2821	0	0	2821	0	0
<b>8</b>	0	0	4887	0	0	0	2821	0	2821	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	2821	0	2821
<b>10</b>	339	0	2250	0	0	0	0	0	2821	0

Cuadro B.26: Total.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=4

<b>b=2 a=3,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	35	0	0	0	0	0	0	0	35
<b>2</b>	35	0	4252	4303	0	35	0	0	0	0
<b>3</b>	0	4252	0	0	0	0	0	5957	0	2571
<b>4</b>	0	4303	0	0	4303	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	4303	0	35	3439	0	0	0
<b>6</b>	0	35	0	0	35	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	3439	0	0	3439	0	0
<b>8</b>	0	0	5957	0	0	0	3439	0	3439	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	3439	0	3439
<b>10</b>	35	0	2571	0	0	0	0	0	3439	0

Cuadro B.27: Total.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=3,5

<b>b=2 a=3</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	786	0	0	0	0	0	0	0	786
<b>2</b>	786	0	5950	4732	0	786	0	0	0	0
<b>3</b>	0	5950	0	0	0	0	0	8103	0	3000
<b>4</b>	0	4732	0	0	4732	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	4732	0	786	4678	0	0	0
<b>6</b>	0	786	0	0	786	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	4678	0	0	4678	0	0
<b>8</b>	0	0	8103	0	0	0	4678	0	4678	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	4678	0	4678
<b>10</b>	786	0	3000	0	0	0	0	0	4678	0

Cuadro B.28: Total.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=3

<b>b=2 a=2,5</b>										
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	0	3924	0	0	0	0	0	0	0	3924
<b>2</b>	3924	0	11721	5332	0	3924	0	0	0	0
<b>3</b>	0	11721	0	0	0	0	0	14557	0	3600
<b>4</b>	0	5332	0	0	5332	0	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	5332	0	3924	8405	0	0	0
<b>6</b>	0	3924	0	0	3924	0	0	0	0	0
<b>7</b>	0	0	0	0	8405	0	0	8405	0	0
<b>8</b>	0	0	14557	0	0	0	8405	0	8405	0
<b>9</b>	0	0	0	0	0	0	0	8405	0	8405
<b>10</b>	3924	0	3600	0	0	0	0	0	8405	0

Cuadro B.29: Total.  $\varphi = 60^\circ$ . b=2, a=2,5

Esfuerzos en las barras				
	b=2 a=4	b=2 a=3,5	b=2 a=3	b=2 a=2,5
1	339	35	786	3924
2	588	60	1361	6796
3	2250	2571	3000	3600
4	3982	4303	4732	5332
5	0	0	0	0
6	339	35	786	3924
7	2821	3439	4678	8405
8	4887	5957	8103	14557
9	2821	3439	4678	8405

Cuadro B.30: Total.  $\varphi = 60^\circ$



# Apéndice C

## Planos de las piezas del mecanismo

A continuación se incluyen los planos de las piezas que forman el modelo obtenidos en la fase de diseño del mismo.

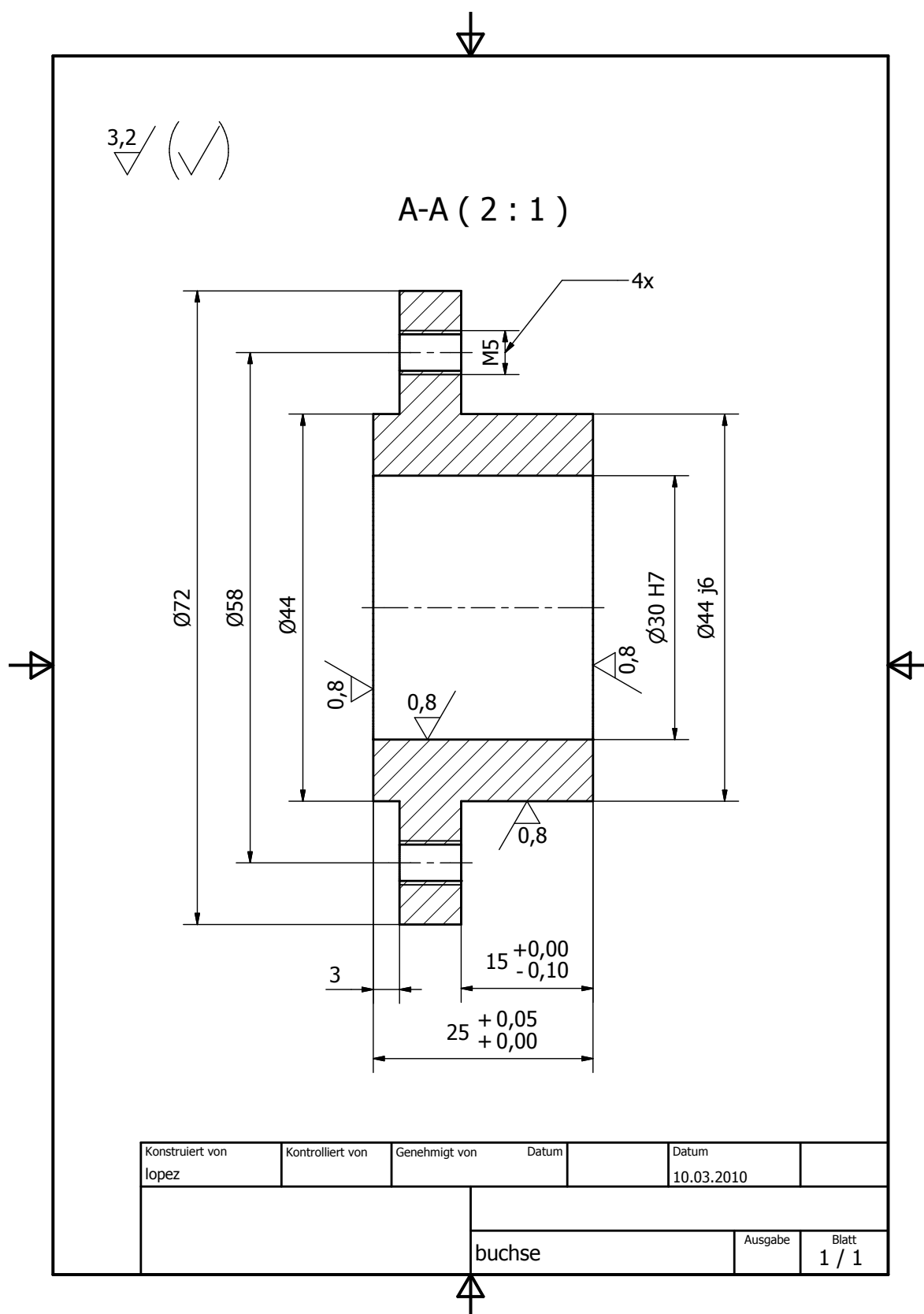


Figura C.1: Casquillo 1

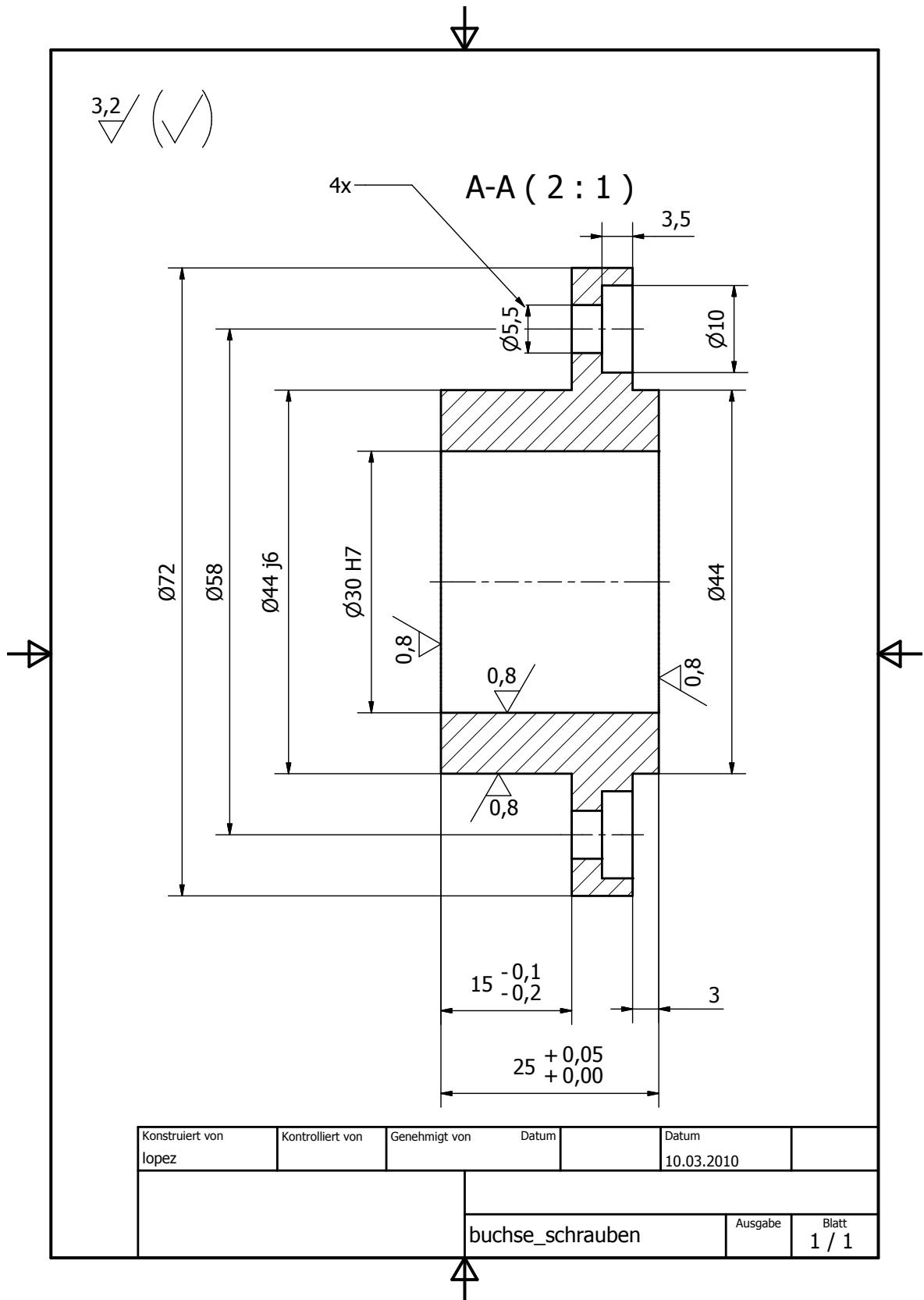


Figura C.2: Casquillo 2

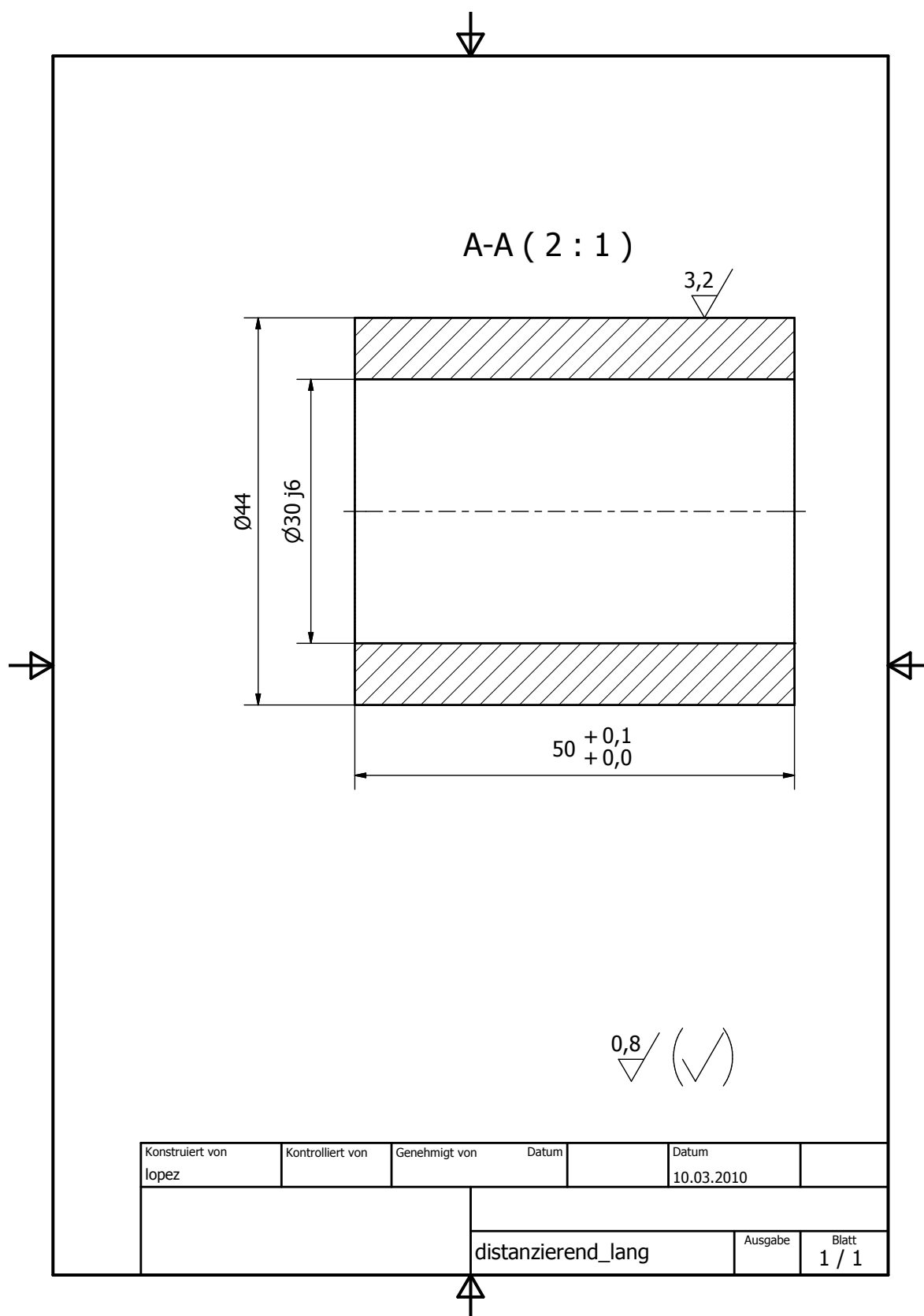


Figura C.3: Distanciador

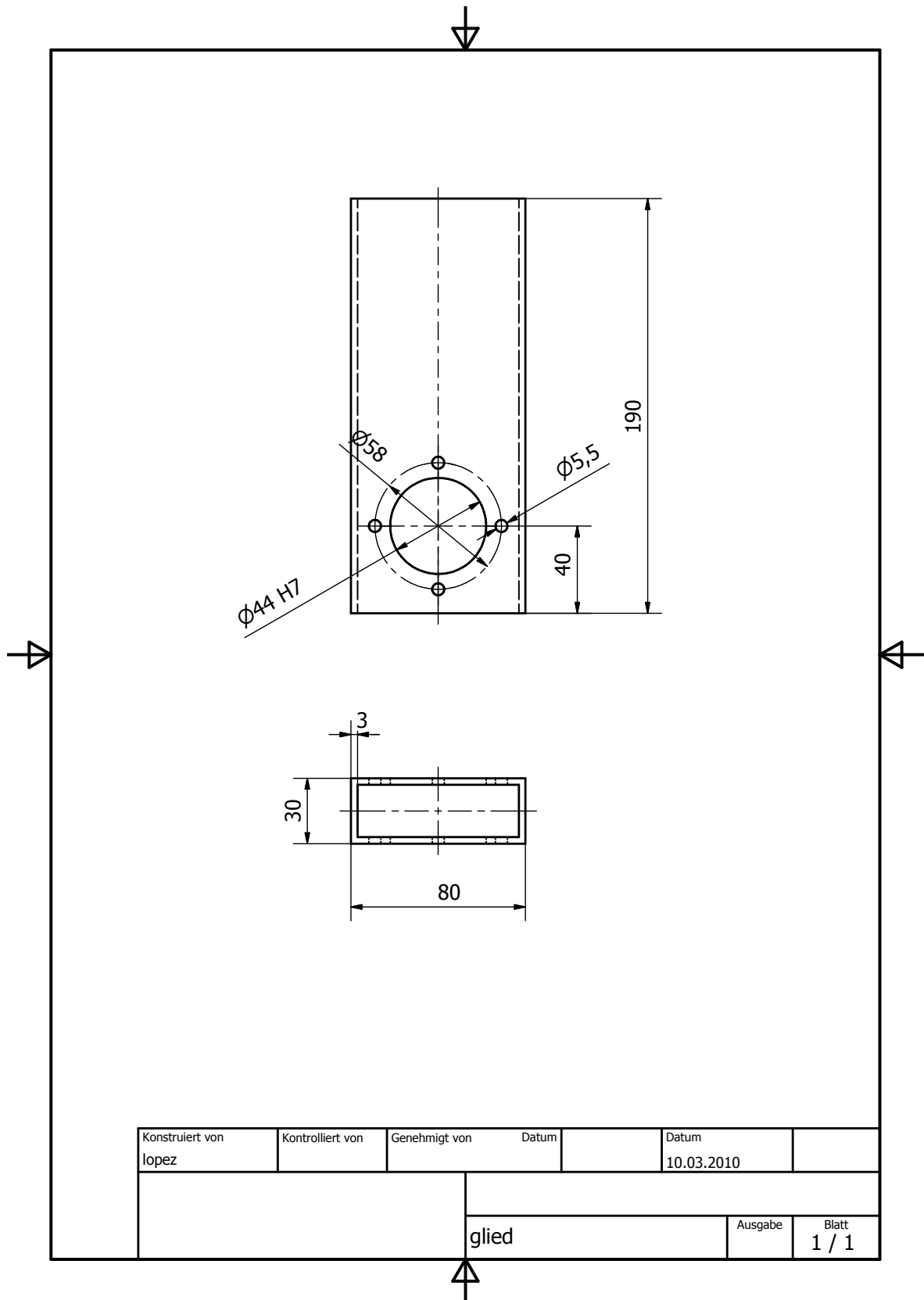


Figura C.4: Perfil

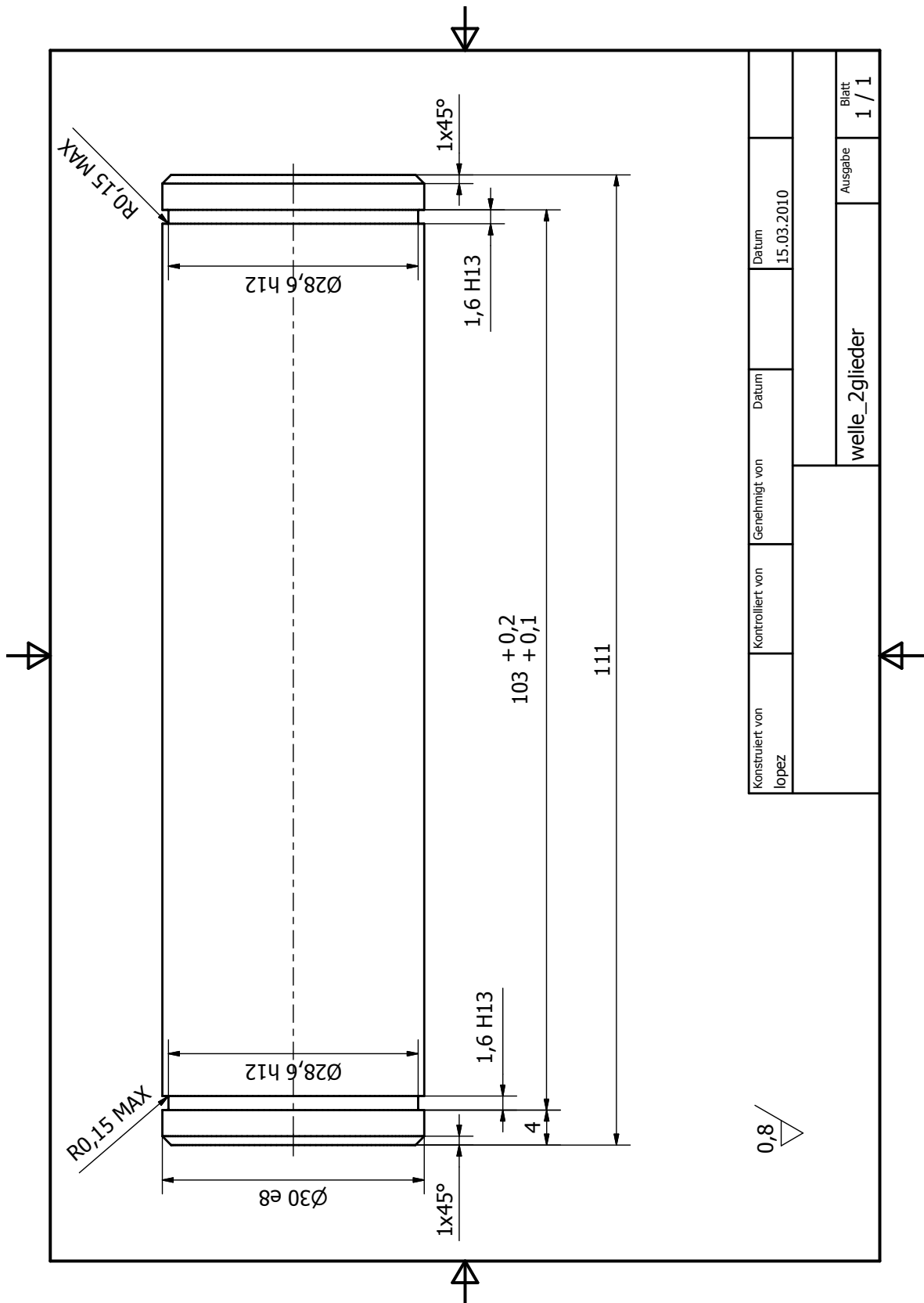


Figura C.5: Eje para dos perfiles

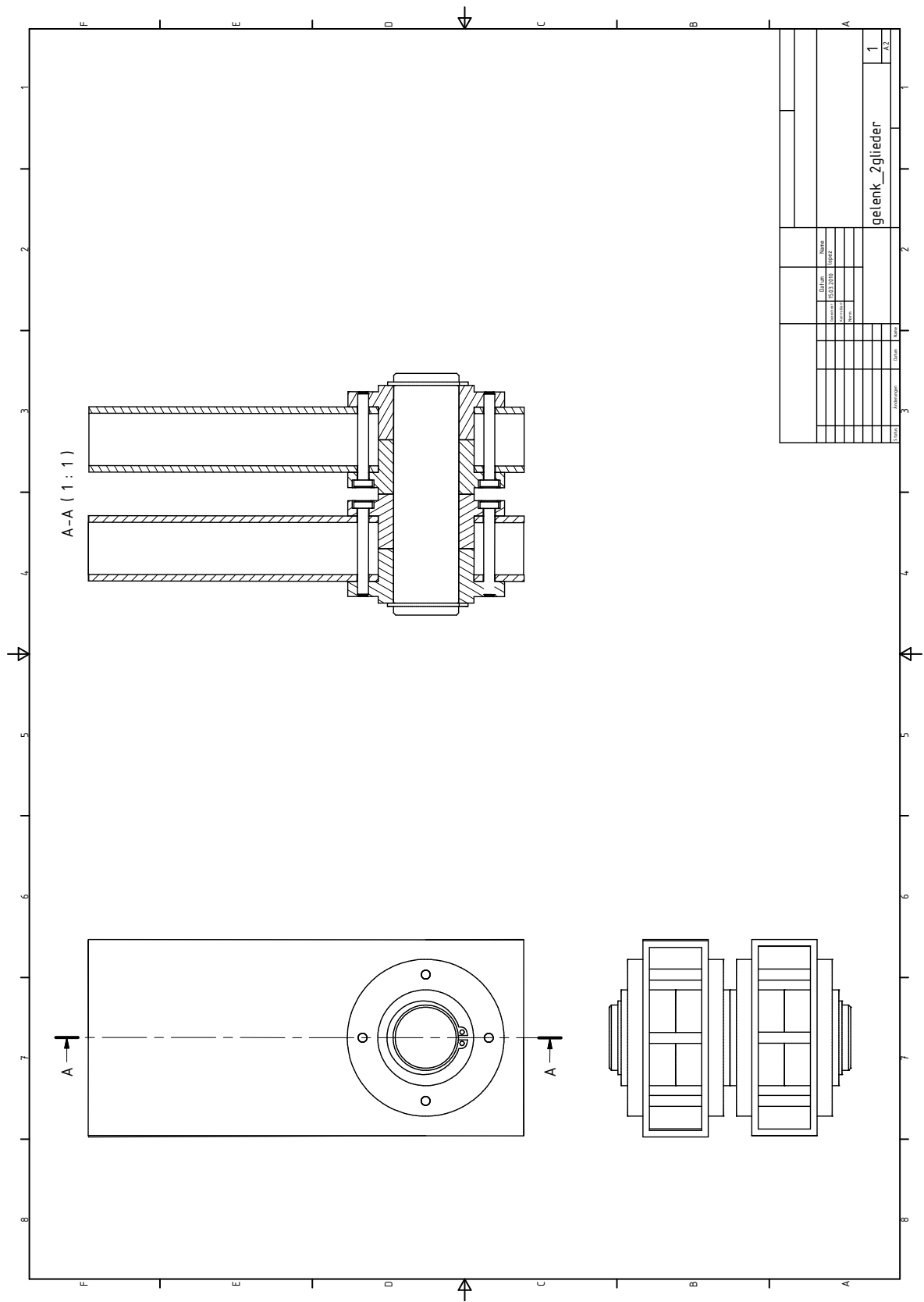


Figura C.6: Conjunto de dos perfiles con casquillos y eje

