



*Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro*

Estudos funcionais de uma plataforma para um sistema robótico humanóide

Relatório Preliminar

Mecanismos e Componentes

Autores:

Luís Rêgo -----n.º mec: 20008
Renato Barbosa -----n.º mec: 18382

Orientadores:

Professor Vítor Santos.
Professor Filipe Teixeira Dias.

Aveiro, 9 de Março de 2004

INDICE

INDICE DE FIGURAS	3
1. OBJETIVOS	4
1. OBJETIVOS	4
2. JUNTA UNIVERSAL	4
3. JUNTA ROTACIONAL	5
4. JUNTA ESFÉRICA.....	5
5. PÉ.....	7
6. JUNTA Q1L.....	8
7. JUNTA Q2L.....	9
8. ELO Q2L_Q3L.....	10
9. JUNTA Q3L.....	11
10. ELO Q3L_Q4L	13
11. JUNTA Q4L.....	14
12. JUNTA Q5L.....	15
13. JUNTA Q6L.....	16
14. NOTAS FINAIS.....	16

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Junta universal da perna esquerda.....	4
Figura 2 – Junta rotacional da perna esquerda, vista de trás.	5
Figura 3 – Junta esférica da perna esquerda.	6
Figura 4 – Vista 3D da Junta universal.	17
Figura 5 – Vista planar da Junta q3L, trás.	18
Figura 6 – Vista 3D das Juntas q4L, q5L, q6L e da peça de ligação das pernas.	19
Figura 7 – Vista 3D da Perna Completa com o elemento de ligação das pernas.	20
Figura 8 – Perna Esquerda do robot humanóide em outra perspectiva.....	21
Figura 9 – Perna Esquerda do robot humanóide, vista de trás.....	22

1. OBJECTIVOS

O objectivo deste pequeno relatório é definir e apresentar as soluções mecânicas escolhidas para a construção das pernas da plataforma robótica humanóide.

De entre várias abordagens ao problema de concepção e projecto, para garantir a correcta execução dos movimentos pretendidos para cada junta do robot, optou-se pelas soluções a seguir apresentadas.

2. JUNTA UNIVERSAL

Os movimentos pretendidos para a junta universal serão efectuados através da transmissão por engrenagens de dentado recto, fixas aos veios por chavetas.

Serão utilizados dois veios em cada movimento, um para ser ligado ao motor onde será acoplada a engrenagem mandante e outro para ser ligado ao elo ou à planta do pé, onde se encontra acoplada a engrenagem mandada. Estes veios onde se encontram as engrenagens mandadas são ligados através de uma peça de ligação (Ligação das Juntas $q1L$ e $q2L$), que será fixa através de colas ou através de um enchavetamento.

As características mais relevantes destes mecanismos são apresentadas no quadro resumo para cada um dos movimentos efectuados nesta junta ($q1L$ e $q2L$).

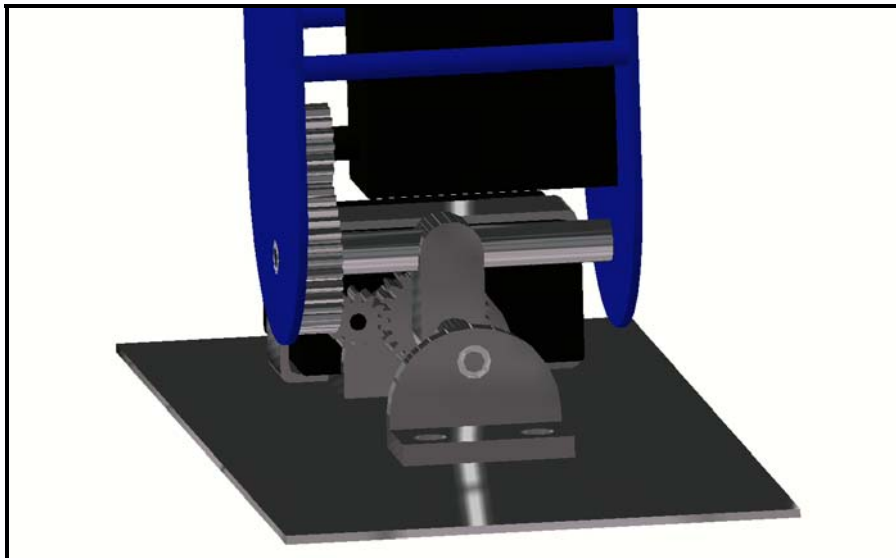


Figura 1 – Junta universal da perna esquerda.

3. JUNTA ROTACIONAL

Na junta rotacional utilizada no joelho é utilizada transmissão por engrenagem de dentado recto, com uma relação de transmissão de 1:2. O motor terá que ser fixo inclinado para a transmissão poder ser feita com engrenagens. Esta solução (motor inclinado) poderá sofrer alterações, pois não conhecemos as dimensões exactas dos motores. As engrenagens mandada e mandante serão fixas ao veio através de enchavetamentos livres.

O modo de fixação do veio ao elo q3L_q4L será feito através de enchavetamento forçado devidamente dimensionado. Para que a superfície onde irá encaixar a chaveta seja maior, optou-se pela utilização de uma “roseta” com 2mm de espessura e que será fixa ao elo através de colas.

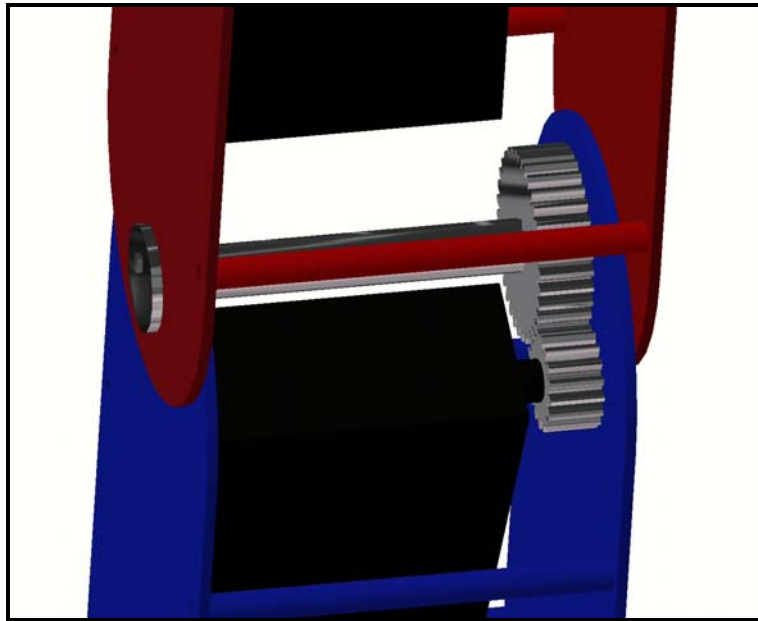


Figura 2 – Junta rotacional da perna esquerda, vista de trás.

4. JUNTA ESFÉRICA

A junta esférica compreende três movimentos: q4L, q5L e o q6L, o movimento q4L é obtido através de transmissão por engrenagem de dentado recto que, tal como nas outras juntas que utilizam este mecanismo, são acopladas aos veios através de enchavetamento.

Os movimentos q5L e o q6L são garantidos por actuação directa, utilizando peças de ligação dos motores aos elos, interligando-os à estrutura. Estas peças de ligação serão obtidas a partir de perfis em U e por quinagem dos extremos dos perfis em alguns casos. Existirá ainda um perfil quadrangular, de ligação das duas pernas, onde será acoplado o motor q6L. Para garantir que o veio do motor na junta q6L não é solicitado ao corte, pensamos usar um rolamento de rolos ou de agulhas para permitir os esforços axiais. Uma vez que os esforços efectuados sobre o veio não deverão ser muito elevados, poderíamos utilizar um rolamento de esferas ou um casquilho de teflon virgem, que iria suportar os esforços axiais de corte em vez do veio do motor, estamos mais inclinados para a utilização de um casquilho para a resolução deste problema. Na junta q5L, optaremos, em princípio, por utilizar um acessório do motor diferente em que a espessura deste será igual ao tamanho do veio do motor, este mecanismo será fabricado por nós.

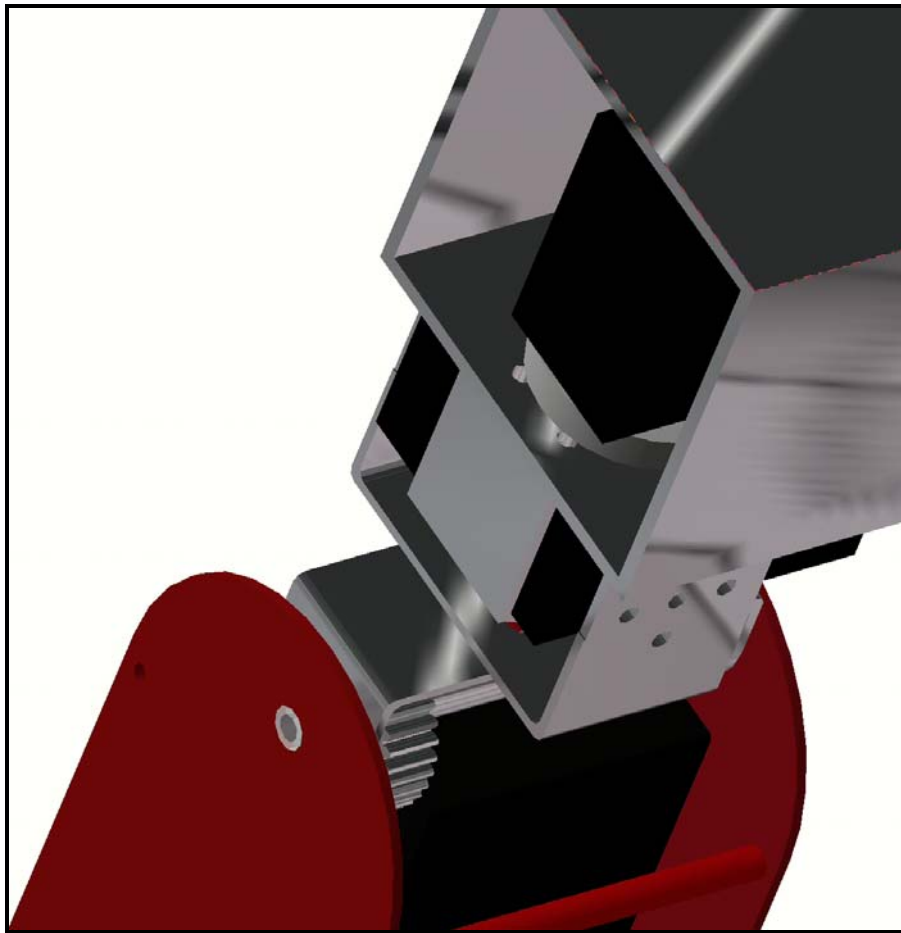
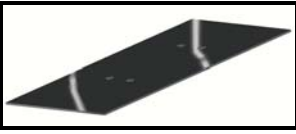
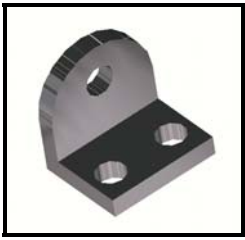
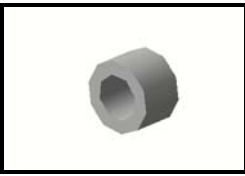









Figura 3 – Junta esférica da perna esquerda.







5. PÉ

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Planta do Pé	Alumínio 2830Kg/m ³	Espessura: 2mm Área: 312 cm ²	0,175Kg	
Fixação da Planta ao Veio q1L	Alumínio 2830Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Espessura: 5mm Fixação a planta por parafusos de cabeça (baixa) cilíndrica de oco hexagonal CHC	0,023Kg	
Casquilhos q1L	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	D _e = 8mm D _i = 5mm Espessura: 5mm	1,838×10 ⁻⁴ Kg	
Fixação do Motor q1L	Alumínio 2830Kg/m ³	Espessura: 2mm Obtida a partir de um perfil em “U”, e através de quinagem dos extremos. Fixação com dois M4.	0,019Kg	

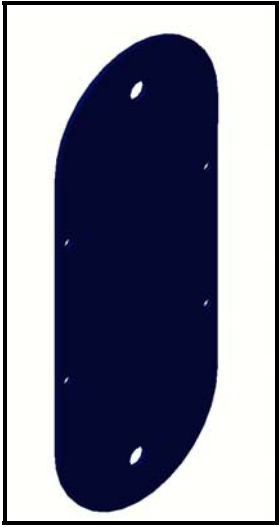

6. JUNTA q1L

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Veio q1L	Alumínio 2830Kg/m^3	$D_{\max} = 10\text{mm}$ $D_{\min} = 5\text{mm}$ Escatel	0,015Kg	
Engrenagem Mandante q1L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 12$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,003Kg	
Engrenagem Mandada q1L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 24$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,01Kg	
Chaveta q1L	Aço 7860Kg/m^3	Comprimento: $L = 6\text{mm}$ Largura: $b = 3\text{mm}$ Altura: $h = 3\text{mm}$	$6,305 \times 10^{-4}\text{Kg}$	
Motor q1L		Comprimento: $L = 66\text{mm}$ Largura: $b = 30\text{mm}$ Altura: $h = 57,6\text{mm}$	0,152Kg	
Ligação das Juntas q1L e q2L	Alumínio 2830Kg/m^3	Diâmetro dos furos igual ao dos veios q1L e q2L. Garantir um ajustamento preso.	0,014Kg	







7. JUNTA q2L



Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Veio q2L	Alumínio 2830Kg/m^3	$D_{\max} = 10\text{mm}$ $D_{\min} = 5\text{mm}$ Escatel	0,017Kg	
Casquilho q2L	Nylon 1390Kg/m^3 Quantidade: 2 Peças	$D_e = 8\text{mm}$ $D_i = 5\text{mm}$ Espessura: 2mm	$7,351 \times 10^{-5}\text{Kg}$	
Engrenagem Mandante q2L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 17$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,0064Kg	
Engrenagem Mandada q2L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 34$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,029Kg	
Chaveta q2L	Aço 7860Kg/m^3 Quantidade: 2 Peças	Comprimento: $L = 6\text{mm}$ Largura: $b = 3\text{mm}$ Altura: $h = 3\text{mm}$	$6,305 \times 10^{-4}\text{Kg}$	
Motor q2L		Comprimento: $L = 66\text{mm}$ Largura: $b = 30\text{mm}$ Altura: $h = 57,6\text{mm}$	0,152Kg	

8. ELO q2L_q3L

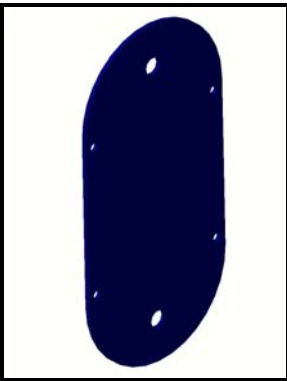

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Placas do Elo	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Entreeixo: $e_{23} = 160\text{mm}$ Espessura: 2mm	0,035Kg	
Veios de Ligação das Placas	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 4 Peças	$D_e = 8\text{mm}$ $D_i = 5\text{mm}$ $L = 76\text{mm}$	0,002Kg	
Parafuso M4 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 4 Peças			

9. Junta q3L







Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Veio q3L	Alumínio 2830Kg/m ³	D _{max} = 10mm D _{min} = 6mm 3 Escateis	0,017Kg	
Casquilho q3L	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	D _e = 8mm D _i = 6mm Espessura: 2mm	7,351×10 ⁻⁵ Kg	
Engrenagem Mandante q3L	Alumínio	N.º de dentes: Z ₂ = 17 dentes Relação de Transmissão: i ₁₂ = 2 Largura: b = 10mm	0,0064Kg	
Engrenagem Mandada q3L	Alumínio	N.º de dentes: Z ₂ = 34 dentes Relação de Transmissão: i ₁₂ = 2 Largura: b = 10mm	0,029Kg	
Chaveta q3L (Chaveta usada para as engrenagens)	Aço 7860Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Comprimento: L = 6mm Largura: b = 2mm Altura: h = 2mm	2,618×10 ⁻⁴ Kg	
Chaveta q3L_2 (Chaveta usada para fixação aos elos engrenagens)	Aço 7860Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Comprimento: L = 5,25mm Zona contacta: L1=4,25mm Largura: b = 2mm Altura: h = 2mm	2,453×10 ⁻⁴ Kg	

Roseta	Alumínio 2830Kg/m^3 Quantidade: 2 Peças	D = 20mm Com escatel cuadrado de 2x2 Espessura: 2mm	0,002Kg	
Motor q3L		Comprimento: L = 66mm Largura: b = 30mm Altura: h = 57,6mm	0,152Kg	


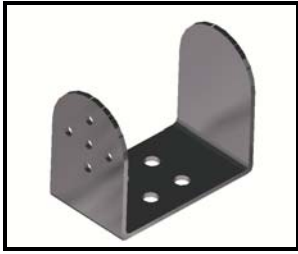

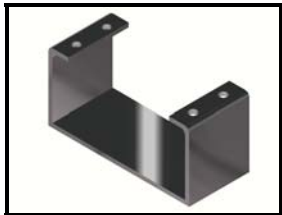
10. ELO q3L_q4L

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Placas do Elo	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Entreeixo: $e_{34} = 120\text{mm}$ Espessura: 2mm	0,023Kg	
Veios de Ligação das Placas	Nylon 1390Kg/m ³ Quantidade: 4 Peças	$D_e = 8\text{mm}$ $D_i = 5\text{mm}$ $L = 81\text{mm}$	0,002Kg	
Parafuso M4 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 4 Peças			



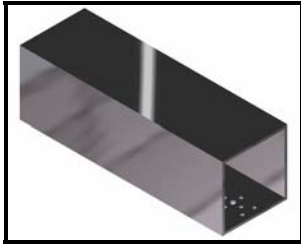
11. JUNTA q4L

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Veio q4L	Alumínio 2830Kg/m^3	$D_{\max} = 10\text{mm}$ $D_{\min} = 5\text{mm}$ Escatrel	0,018Kg	
Casquilho q4L	Nylon 1390Kg/m^3 Quantidade: 2 Peças	$D_e = 8\text{mm}$ $D_i = 5\text{mm}$ Espessura: 2mm	$7,351 \times 10^{-5}\text{Kg}$	
Engrenagem Mandante q4L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 17$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,0064Kg	
Engrenagem Mandada q4L	Alumínio 2830Kg/m^3	N.º de dentes: $Z_2 = 34$ dentes Relação de Transmissão: $i_{12} = 2$ Largura: $b = 10\text{mm}$	0,029Kg	
Chaveta q4L	Aço 7860Kg/m^3 Quantidade: 2 Peças	Comprimento: $L = 6\text{mm}$ Largura: $b = 3\text{mm}$ Altura: $h = 3\text{mm}$	$6,305 \times 10^{-4}\text{Kg}$	
Motor q4L		Comprimento: $L = 66\text{mm}$ Largura: $b = 30\text{mm}$ Altura: $h = 57,6\text{mm}$	0,152Kg	

12. JUNTA q5L

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Fixação q4L ao Motor q5L	Alumínio 2830Kg/m ³	Espessura: e = 2mm Perfil em U	0,023Kg	
Fixação Motor q5L para Gerar o Movimento de Rotação.	Alumínio 2830Kg/m ³	Espessura : e = 2mm Perfil em U	0,03Kg	
Motor q5L		Comprimento: L = 66mm Largura: b = 30mm Altura: h = 57,6mm	0,152Kg	
Fixação Motor q5L	Alumínio 2830Kg/m ³	Espessura: e = 2mm Perfil em U	0,025Kg	
Parafuso M4 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 5 Peças			
Parafuso M6 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 4 Peças			

13. JUNTA q6L

Componentes	Material	Características	Massa	Figura
Motor q6L		Comprimento: L = 66mm Largura: b = 30mm Altura: h = 57,6mm	0,152Kg	
Suporte da Carga q6L	Teflon 2300Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Espessura: e = 7mm D _{exterior} = 50mm D _{interior} = 31mm	0,017Kg	
Fixação Motor q6L e ligação das pernas.	Alumínio 2830Kg/m ³ Quantidade: 2 Peças	Espessura: e = 2mm Perfil Quadrado	0,624Kg	
Parafuso M4 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 5 Peças			
Parafuso M6 de Cabeça Cilíndrica de Oco Hexagonal CHC.	Aço Quantidade: 8 Peças			

14. NOTAS FINAIS

As soluções aqui apresentadas ainda não se encontram completamente concluídas, faltando essencialmente verificar como irão ser realizados alguns ajustamentos.

Falta também definir quais as ligações a utilizar. Os parafusos referidos anteriormente são a nossa principal opção, mas estes deverão ser devidamente dimensionados para os locais onde serão utilizados, propõe-se também a mudança da maior parte dos parafusos já propostos acima, para parafusos M3 também de cabeça baixa.

A seguir são também apresentadas algumas imagens do conjunto das pernas e várias vistas das juntas em 3D.

Após a chegada dos motores já encomendados pretendemos proceder a decisão final de todas as soluções aqui propostas.

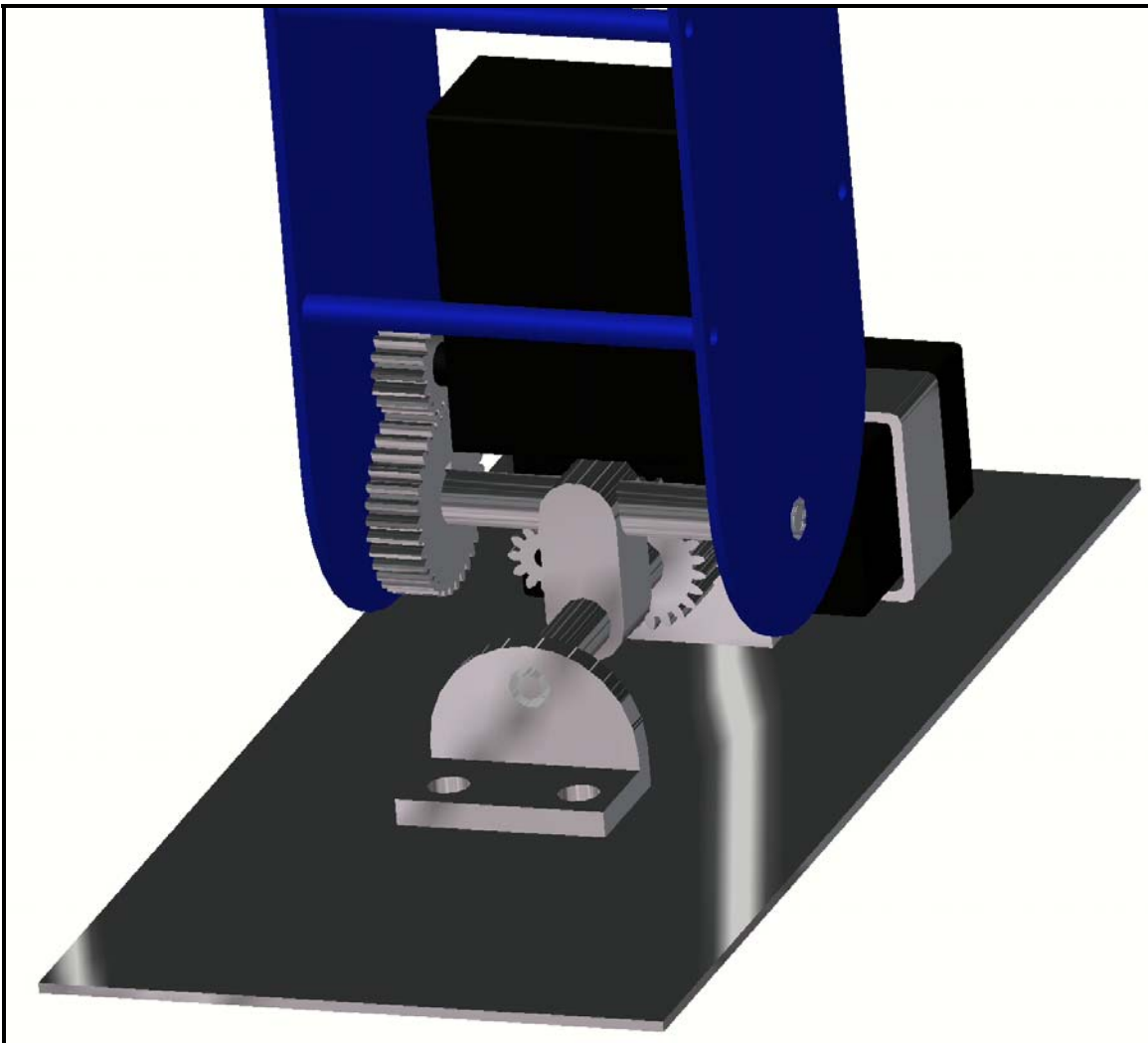


Figura 4 – Vista 3D da Junta universal.

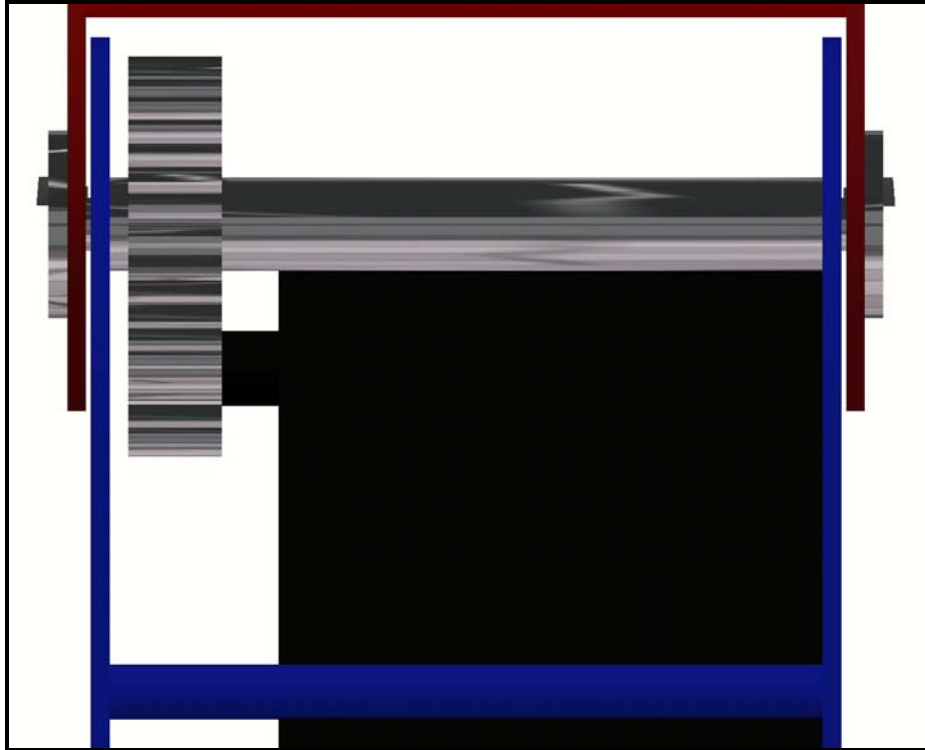


Figura 5 – Vista planar da Junta q3L, trás.

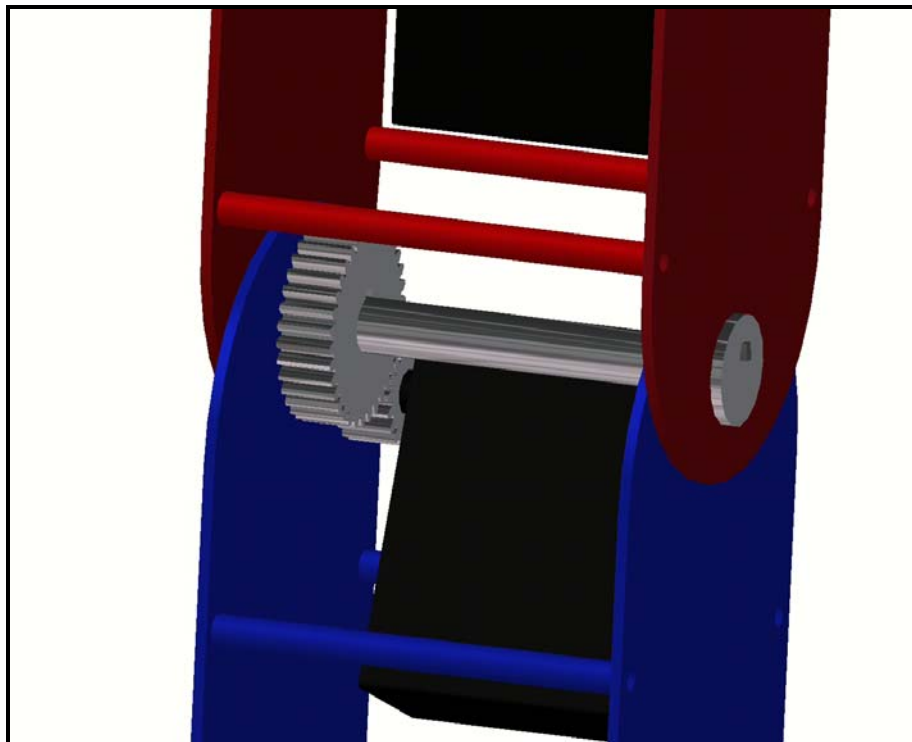


Figura 6 – Junta q3L, Vista de frente.

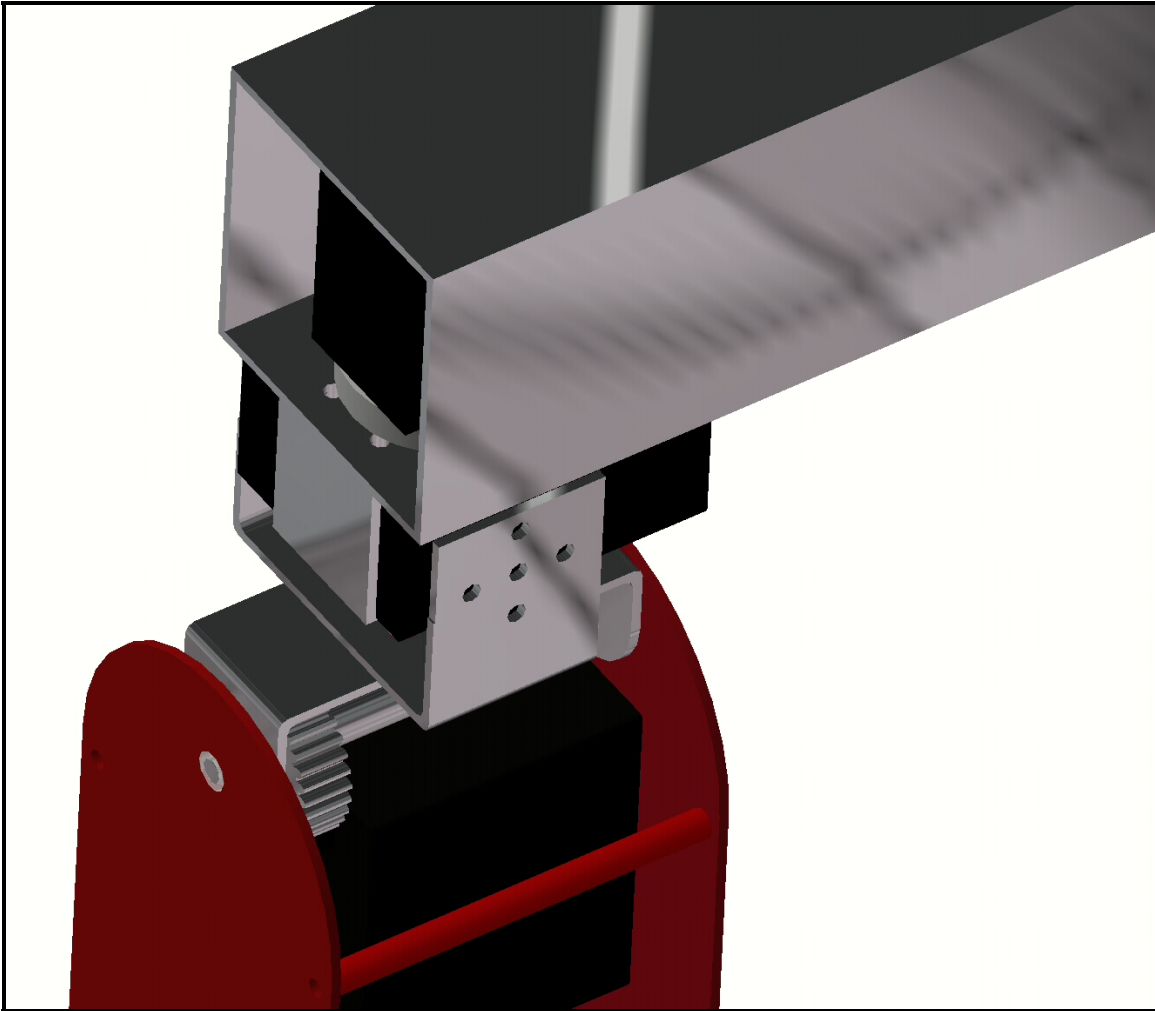


Figura 6 – Vista 3D das Juntas q4L, q5L, q6L e da peça de ligação das pernas.

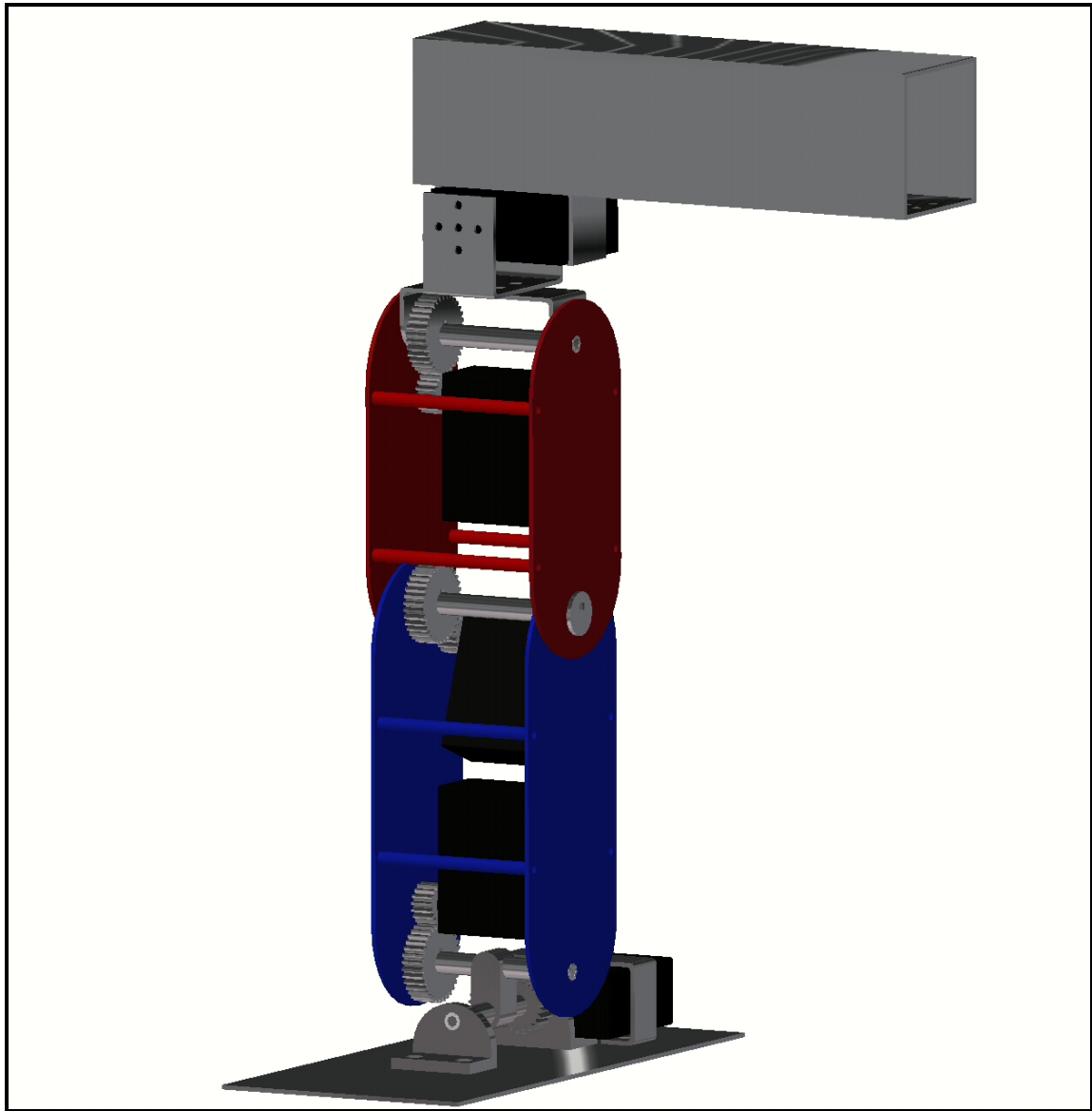


Figura 7 – Vista 3D da Perna Completa com o elemento de ligação das pernas.

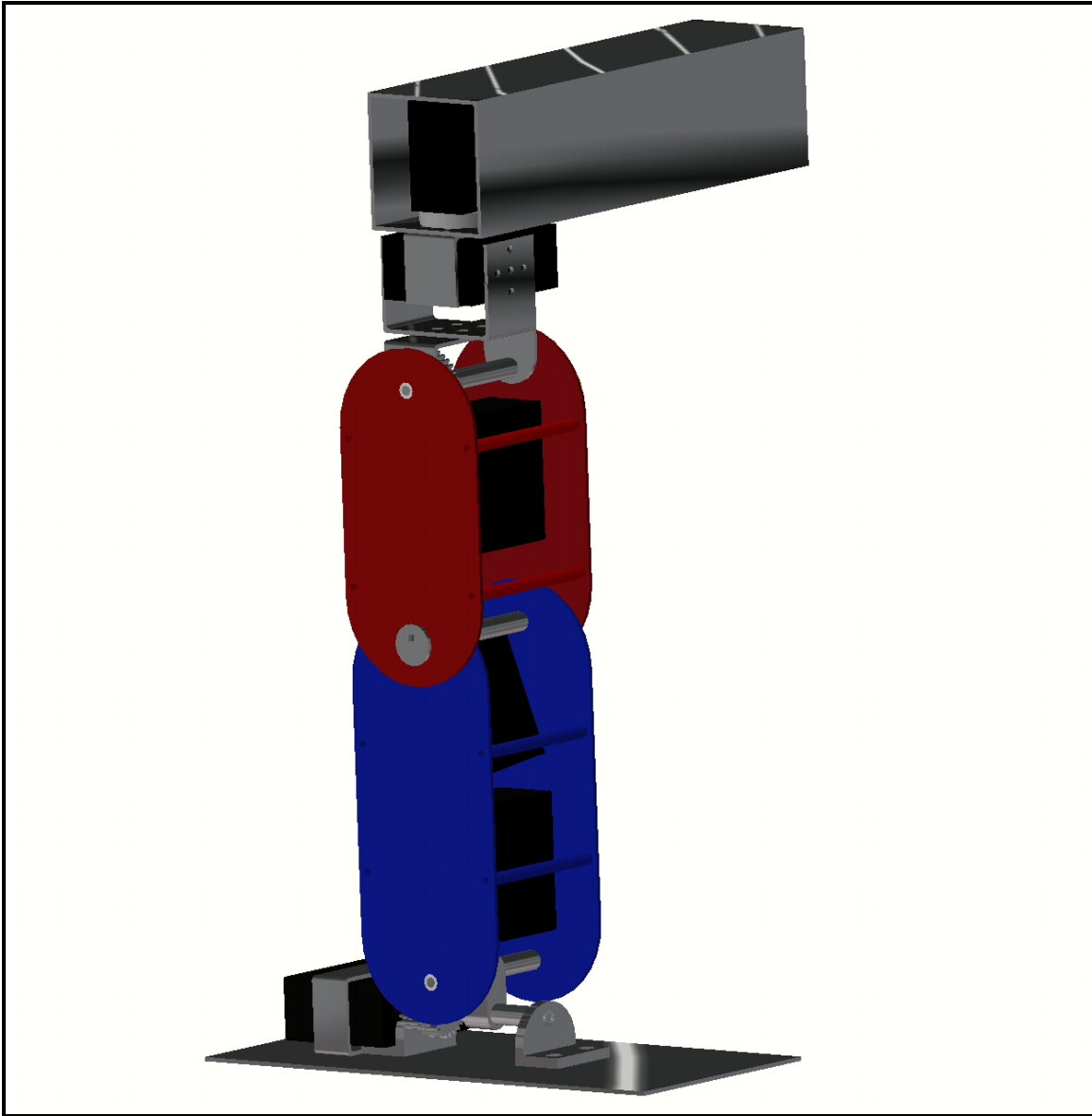


Figura 8 – Perna Esquerda do robot humanóide em outra perspectiva.

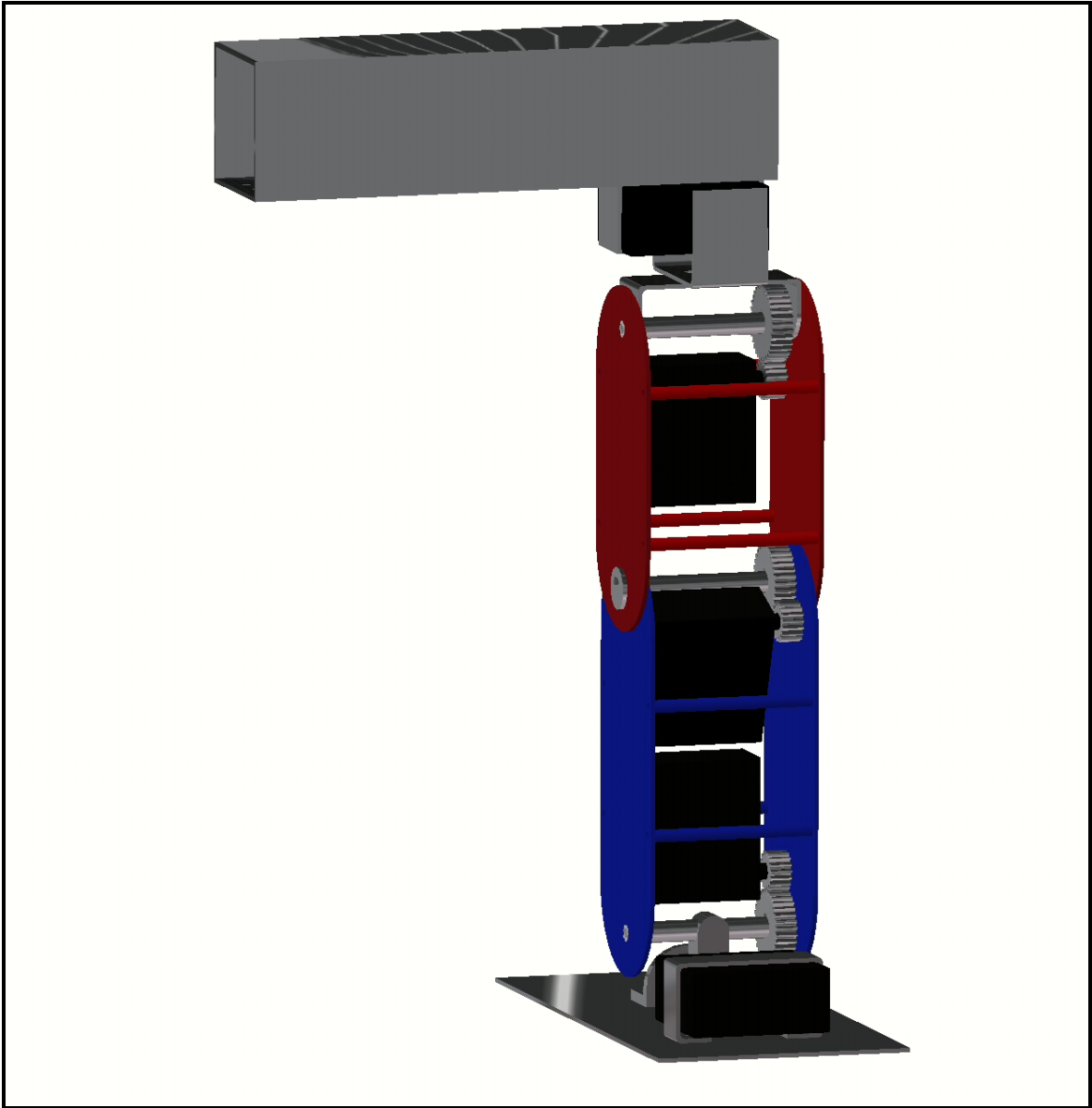


Figura 9 – Perna Esquerda do robot humanóide, vista de trás.