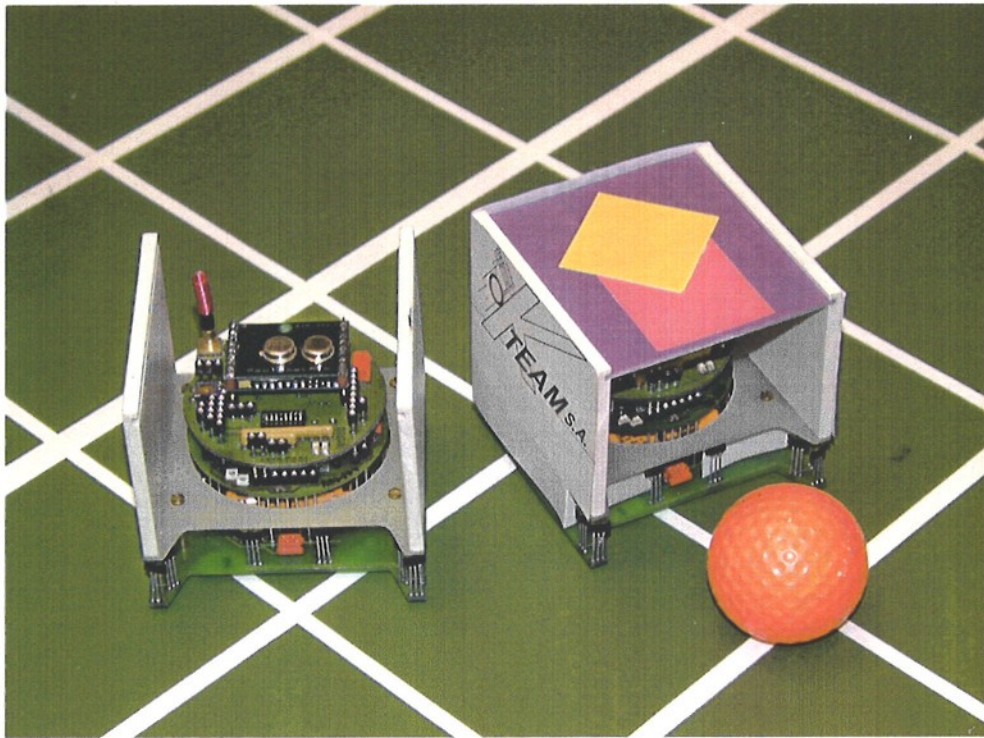




The Steam Engines



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Rémy Blank
Michel Lauria
Jean-Marc Koller
François Conti

Janvier 1997

MICRO-ROBOT ' 97 WORLD CUP SOCCER TOURNAMENT

1-5 june 1997, KAIST, Taejon, Korea

Organized by Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

Introduction :

Bienvenue dans le monde fascinant de la robotique, univers où l'homme cherche sans cesse à réaliser des machines perfectionnées qui imitent les mouvements et les comportements de sa propre personne.

Aujourd'hui, l'équipe "**The Steam Engines**" vous présente son projet de "*Robots Footballeurs*", programme réalisé dans le cadre d'une compétition internationale en Corée du Sud qui se déroulera au mois de juin 1997.

Ce concours rassemble des équipes des grandes écoles techniques du monde entier; il est organisé par l'université du KAIST à Taejon pour la deuxième fois. En novembre dernier, une équipe d'étudiants de l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) est partie à Taejon avec ses prototypes. Les résultats furent encourageants et une nouvelle équipe se prépare à affronter un deuxième challenge.

L'équipe du STeam Engine

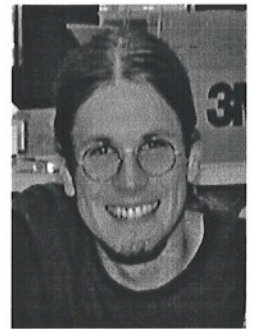


Michel Lauria, diplômant en microtechnique.

Michel développe toute la mécanique des robots. Il a participé à la première compétition en novembre dernier. Sa passion pour la robotique l'a amené à présenter d'autres robots à l'EPFL et en France.

Rémy Blank, 4ème année en microtechnique.

Rémy conçoit toute l'électronique de bord des robots ainsi que la communication radio avec l'ordinateur central. Comme Michel, il a participé au concours en Corée en novembre dernier.

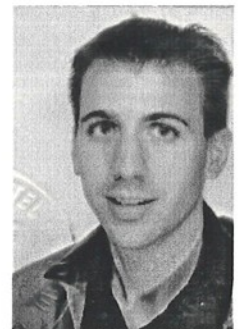


Jean-Marc Koller, 3ème année en microtechnique.

Jean-Marc conçoit l'électronique qui analyse les images provenant de la caméra. Il réalise la reconnaissance des robots et de la balle. Il a lui aussi participé à de nombreux concours.

François Conti, 3ème année en électricité.

François met au point la stratégie et l'implémente dans un ordinateur central qui analyse le jeu. Il a participé lui aussi aux concours organisés par l'EPFL.



Les règles du jeu :

Le concours de "Robots Footballeurs" consiste à réaliser des petits appareils capables de jouer au célèbre jeu sur un terrain miniature de 2m² environ. Les robots ressemblent à des cubes et possèdent toute la mécanique nécessaire pour se mouvoir et déplacer la balle, qui est en fait une balle de golf...

Le nombre de joueurs est de cinq au maximum. Une compétition à trois contre trois est aussi organisée. Chaque partie dure une dizaine de minutes et le vainqueur est l'équipe qui aura marqué le plus grand nombre de buts au terme de la partie.

Comme les robots ne possèdent aucune caméra à bord, donc aucune vision, une caméra installée à deux mètres du sol filme en permanence la position des joueurs et de la balle. Un ordinateur (PC) analyse les images et donne les ordres de jeu à ses joueurs, de la même façon qu'un entraîneur crie à son équipe la stratégie à entreprendre contre l'équipe adverse.

La suite du rapport vous présente chaque organe du projet. Les plans techniques sont présentés à titre de curiosité.

De l'homme... ...à la machine.

Jouer au football peut paraître une chose anodine et très simple à nos yeux, car notre corps renferme des milliers de capteurs qui renseignent notre cerveau sur notre position et nos mouvements.

Intégrer les capacités d'un humain dans un robot footballeur est techniquement impossible et inutile. Nous recherchons une solution simple avec un minimum de capteurs, permettant à l'engin de se mouvoir sur une aire de jeu où les contraintes géométriques sont minimales et connues.

La *figure 1* de la page suivante compare notre robot à un humain. Il ne possède aucune vision directe et se fait dicter sa route par un guide. Le robot peut entendre des ordres radio; on peut comparer cette faculté à celle de l'ouïe. Grâce à des encodeurs optiques et des capteurs de proximité, il devient possible à la machine de connaître sa position et sa vitesse, pendant un court instant où il n'aurait pas reçu d'information de son guide.

La *figure 2* symbolise la vue d'ensemble que possède un entraîneur qui observe ses joueurs évoluer sur le terrain. Celui-ci pense à une stratégie à entreprendre et en informe chaque joueur.

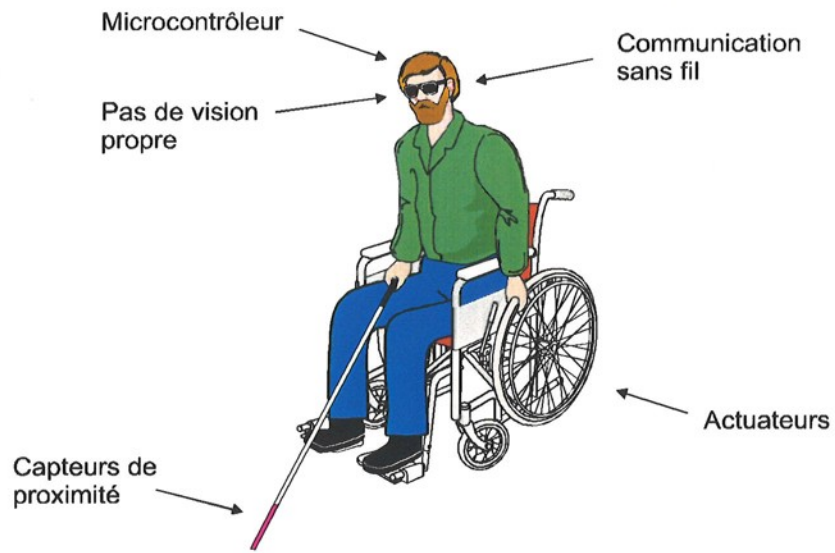


Figure 1

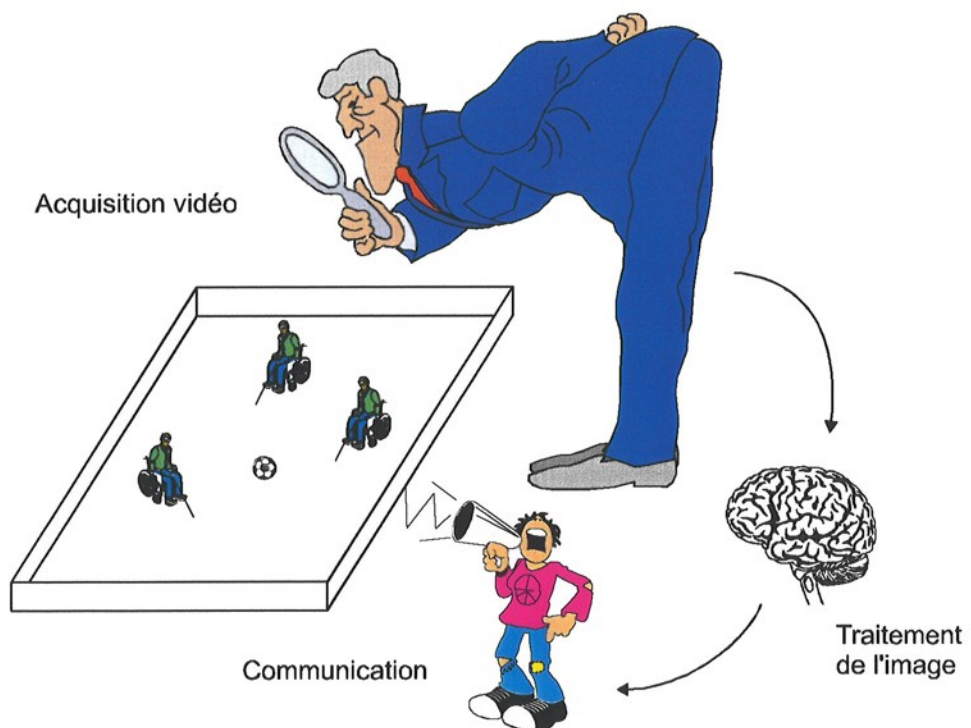


Figure 2

La mécanique

Les six robots *STeam Engines* sont réalisés dans des volumes cubiques de 75 mm d'arête. Chacun d'eux contient deux moteurs qui assurent la propulsion et la bonne direction du véhicule. Deux chenilles sont montées sur les grandes roues et permettent ainsi une adhérence maximale lors des accélérations rapides des robots. L'alimentation électrique est fournie par six accumulateurs au nickel-cadmium qui peuvent être rechargés après chaque utilisation.

Au-dessus des moteurs, sont logés l'interface électronique et la commande radio ; cette dernière reçoit des ordres provenant de l'unité centrale, ordinateur placé en dehors de l'aire de jeu et qui analyse de façon globale la position de la balle et de ses joueurs.

Des encodeurs optiques comptent le nombre de tours effectués par les moteurs et en informent le microprocesseur du robot en permanence ; ainsi, la machine peut connaître à tout instant sa vitesse instantanée et la distance parcourue.

A l'heure où ce texte est écrit, un premier prototype roule déjà. La haute performance de ses moteurs lui assure des accélérations impressionnantes. La simplicité dans la structure géométrique du robot garantit une rigidité maximale de la cellule ; caractère très important, car les chocs entre la balle et le joueur sont nombreux et souvent violents.

Sur la page suivante, on découvre un schéma d'ensemble qui représente en grandeur nature les dispositions des éléments principaux du robot.

Le plan d'ensemble :

en haut, à gauche

Le flanc du robot y est représenté. On observe une grande *roue* entourée d'une *chenille* dont la fixation est assurée par deux petites roues appelées *tendeurs*.

On remarquera la forme cubique du *châssis*.

En haut, au centre

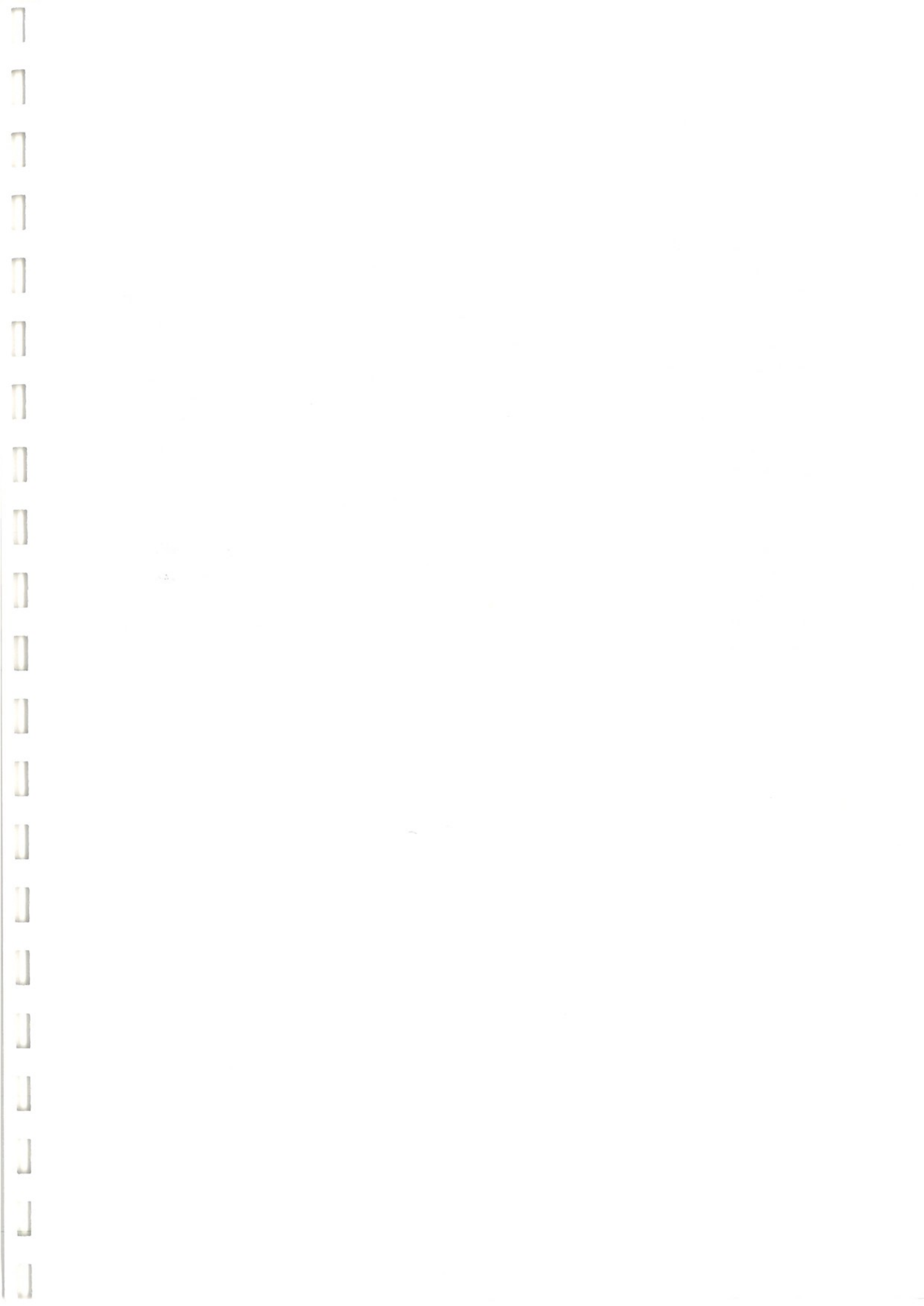
Cette vue est similaire à la précédente, excepté que l'on a enlevé la roue principale et sa chenille. Une grande *roue dantée* en contact avec un *pignon* forme un réducteur de vitesse entre le *moteur* est la roue principale.

En haut, à droite

Ce schéma est une vue de face du robot. On aperçoit les profils de ses deux roues. Près du sol se trouvent les moteurs sur lesquels sont montés les *encodeurs optiques*. Sur la partie supérieure, est logée toute *l'infrastructure électronique* qui constitue le cerveau de la machine.

En bas, au centre

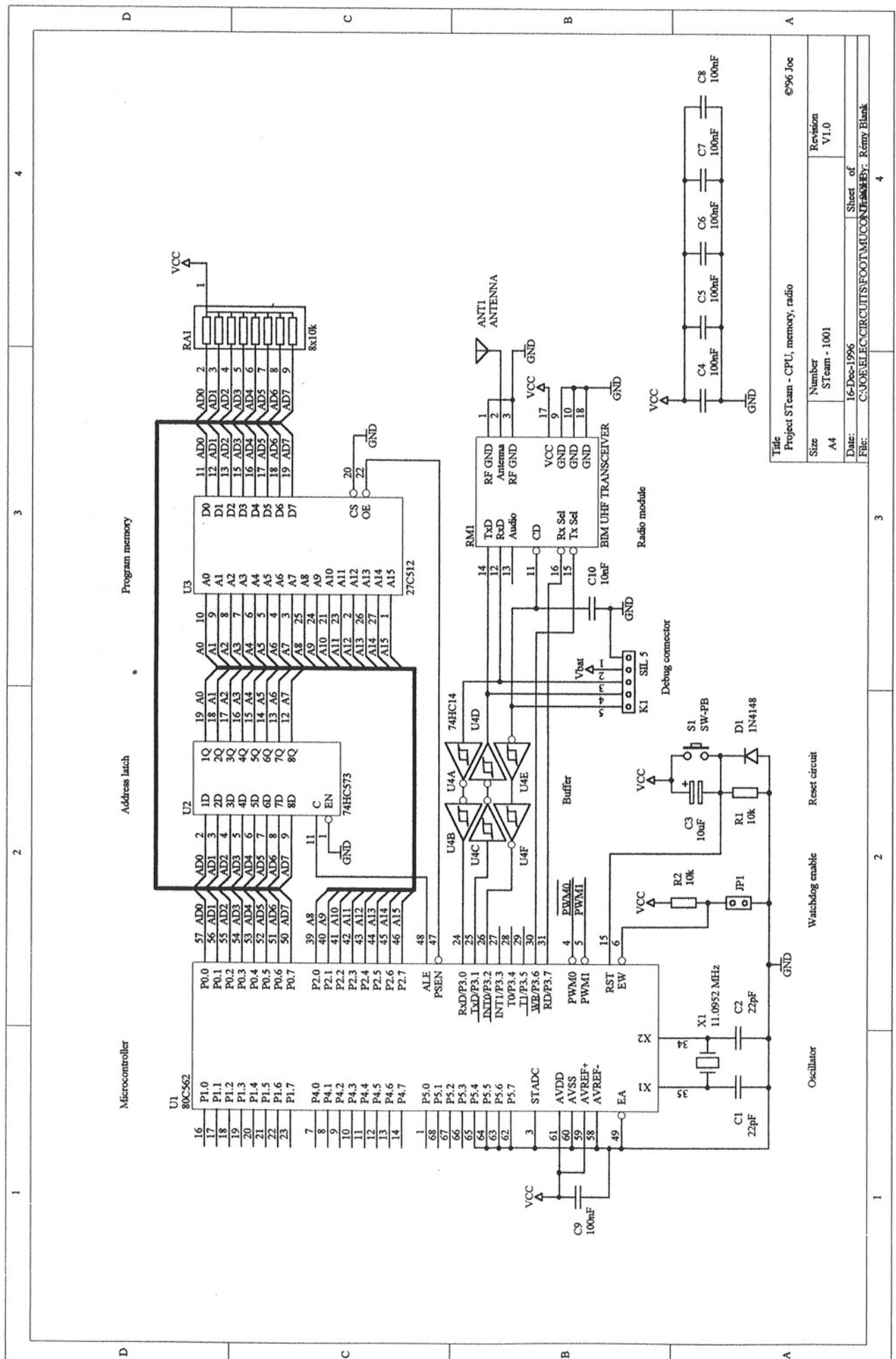
Cette vue est une coupe du robot sur un côté. On aperçoit les six *accumulateurs* et les deux *moteurs*. Sa symétrie particulière lui permet de se déplacer et de frapper la *balle* dans les deux sens ; un avantage conséquent, car les rotations sur lui-même sont minimisés.



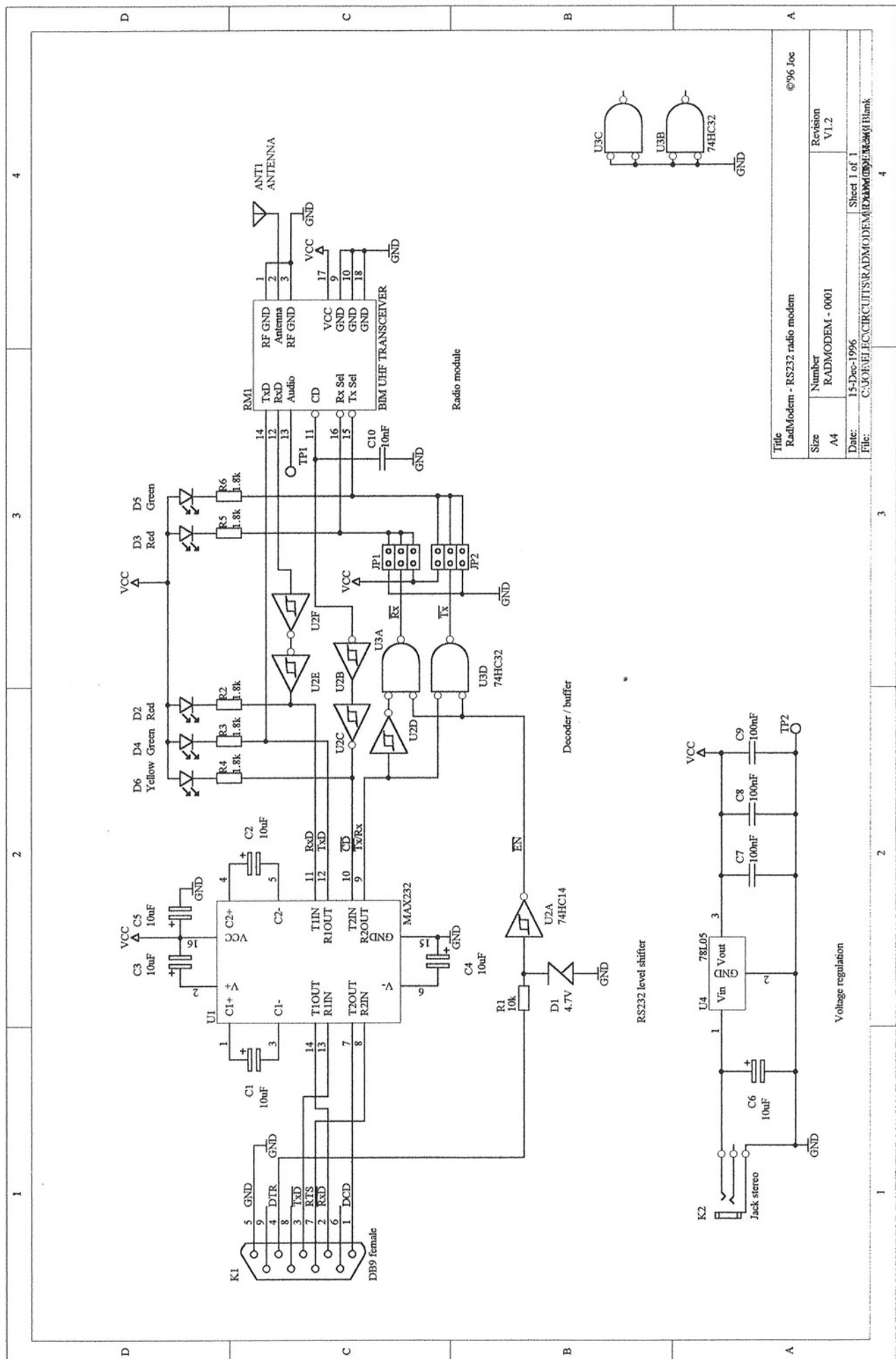
L'électronique

Toute la mobilité du robot est contrôlée par un mini-ordinateur monté dans la machine ; celui-ci possède une mémoire, un récepteur radio et une interface de puissance pour la commande des moteurs. Ces organes sont indispensables, car nous avons désiré rendre nos robots aussi autonomes que possible. Le processeur forme le coeur du système ; il peut mémoriser des ordres, la position des joueurs adverses et celle de la balle. Tous ces paramètres sont traités en temps réel et définissent le comportement du robot. La trajectoire du véhicule est calculée plusieurs dizaines de fois par seconde, pour éviter toute collision avec les joueurs adverses et pour amener la balle à son but.

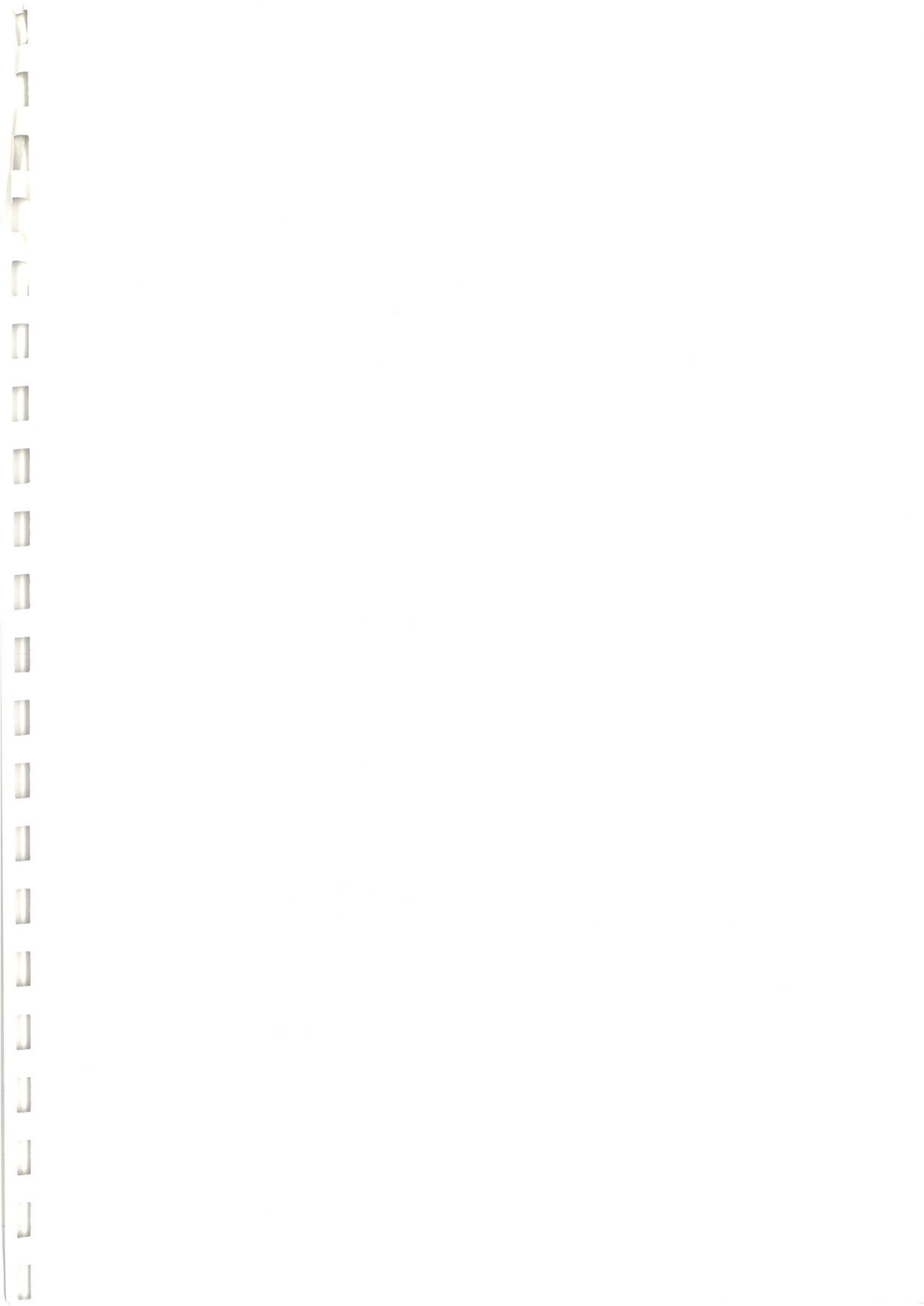
Sur la page suivante, on découvre le schéma électronique du mini-ordinateur de bord. A gauche du dessin, un grand rectangle vertical symbolise le microprocesseur ou le cerveau du robot ; autour de lui gravite un grand nombre de composants importants qui relie le joueur au monde extérieur.



Title		Project STTeam - CPU, memory, radio	
Size	Number	Revision	
A4	STTeam - 1001	V1.0	
Date:	16-Dec-1996		Sheet of
File:	C:\JOE\ELECTRICALS\CIRCUITS\FOOT\MUCON\Radio\BY: Remy Blank		4



Title		RadModem - RS232 radio modem	
Size		RADMODEM - 0001	
Date:		15-Dec-1996	
File:		C:\JOE\ELC\CIRCUITS\RADMODEM\DRAWING\RADMODEM.DWG	
Sheet 1 of 1	Revision	V1.2	
©1996 Joe			



Le budget:

Ci-dessous est présenté le matériel informatique nécessaire au développement du projet. Nous recherchons une entreprise disposée à nous mettre ces éléments à disposition jusqu'au mois de juin 1997.

Sur la page suivante, une liste résume les coûts des consommables que nous devons acquérir pour la compétition.

Voici la configuration des machines. Nous en recherchons trois exemplaires.

Hardware:

Ordinateur compatible IBM

Processeur:	PENTIUM 133 Mhz ou plus
Mémoire:	32 Mo ou plus
Disque dur:	1 Gbyte minimum
Ecran:	17 pouces, couleur
Carte graphique:	24 bits
CD-ROM:	modèle standard
Carte mère:	Slots PCI désirés

Logiciels:

Système d'exploitation: Windows NT V4.0, Microsoft
Langage de programmation: Delphi 2.0, Borland x

Vision:

Caméra vidéo SVHS, couleur. Le système d'enregistrement sur bande ne nous est pas nécessaire. x

Mécanique:

Moteurs 6V, 2 exemplaires par robot.	580.-
Roues, O-ring, roulements, engrenages.	110.-

Electronique:

Microprocesseur INTEL (6 pièces).	150.-
Eprom, Chips logiques, circuits de puissance.	350.-
Radio (8 modules).	980.-
Interface RS-232.	40.-
Accumulateurs: 3 jeux par robot.	270.-

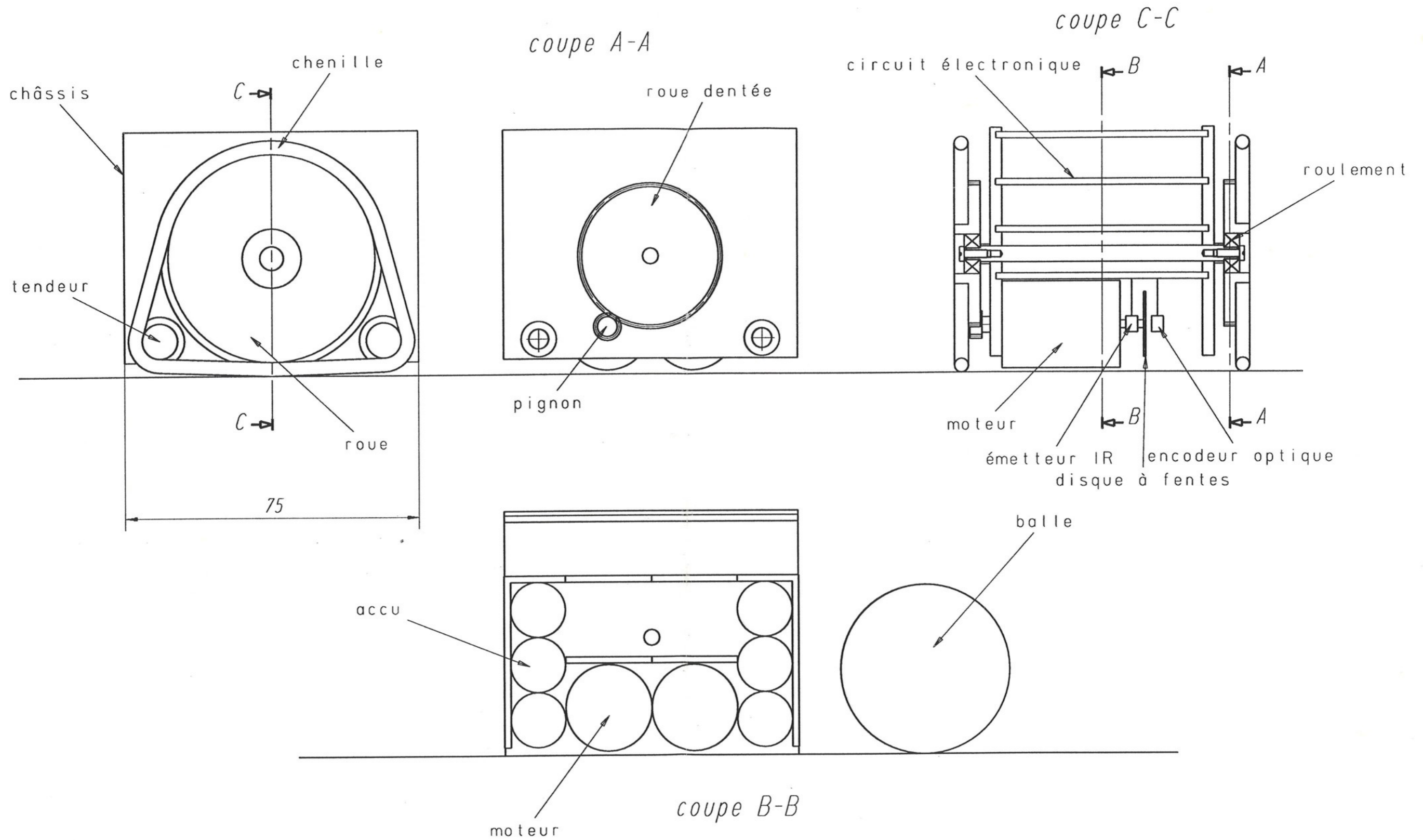
Traitement du signal vidéo:


Carte DSP , 20 mips.	250.-
Logiciel de développement.	320.-
Interface vidéo-DSP.	350.-

Voyage:

Suisse - Corée (1700.- par personne)	6800.-
Logement + Repas.	1700.-

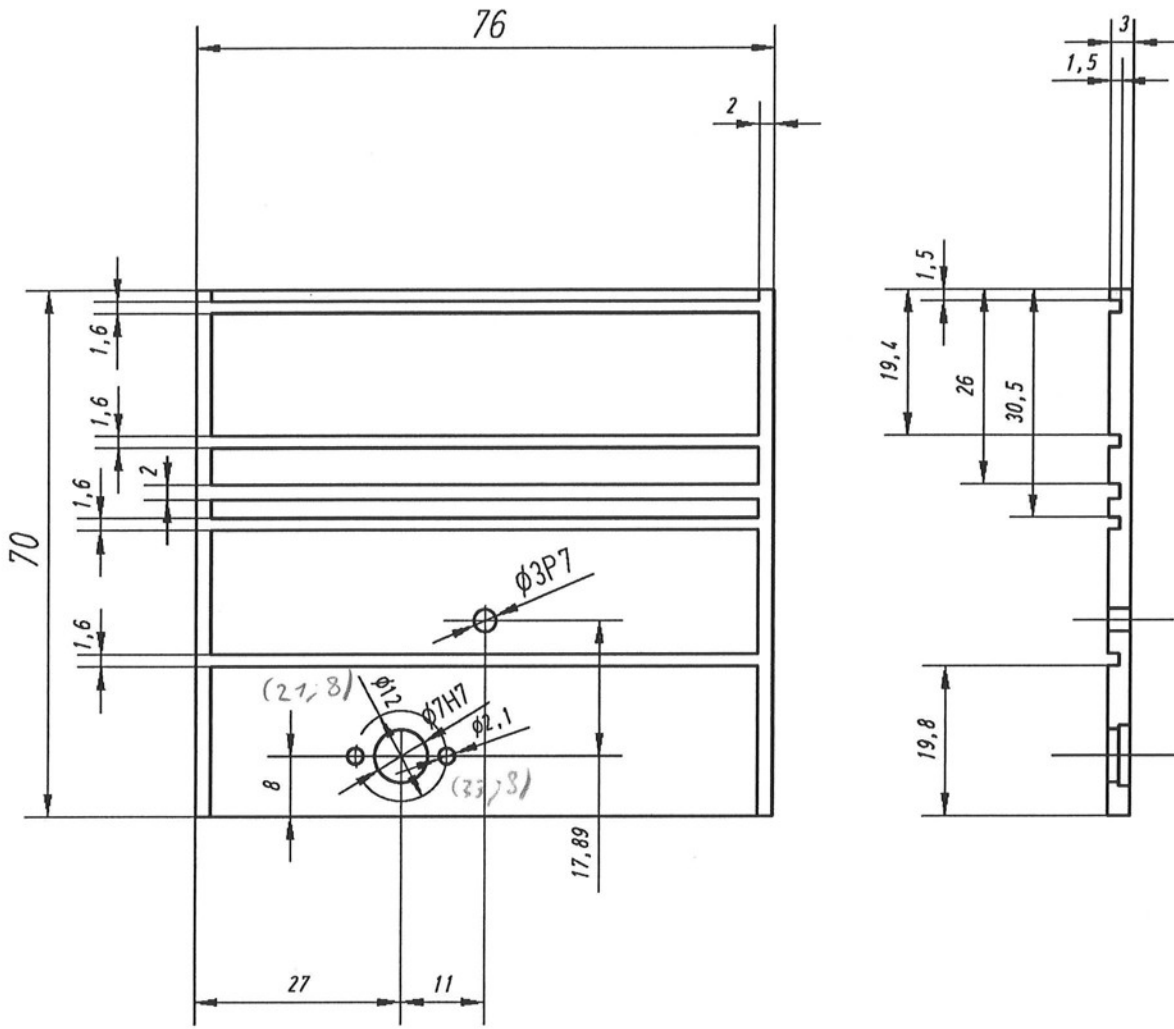
TOTAL: 11.900.-





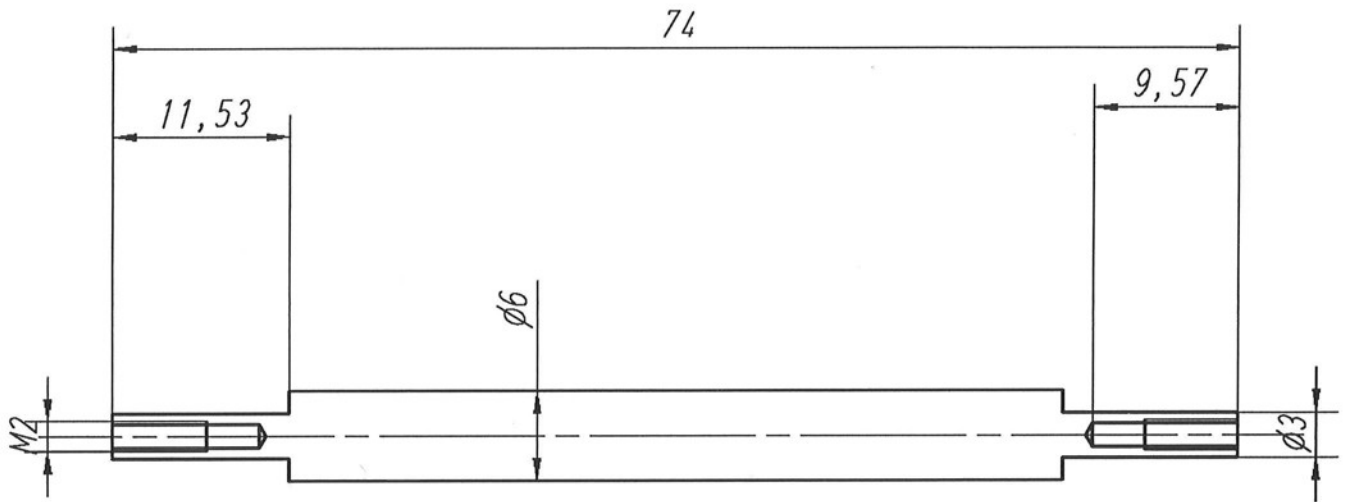
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques		
				Dessiné	Lauria Michel	<input checked="" type="checkbox"/>
				Contrôlé		
				Conf. aux normes		
				Bon pour exécution		
Sans nomenclature séparée				N° de commande		
Nomencl. sép. de même N°				Origine		Nb. feuilles 1
Nomencl. sép. de N° différent				N° d'ident.		Feuille N° 1
				Dénomination		N° de dessin
				robot footballeur		

Echelle
1:1

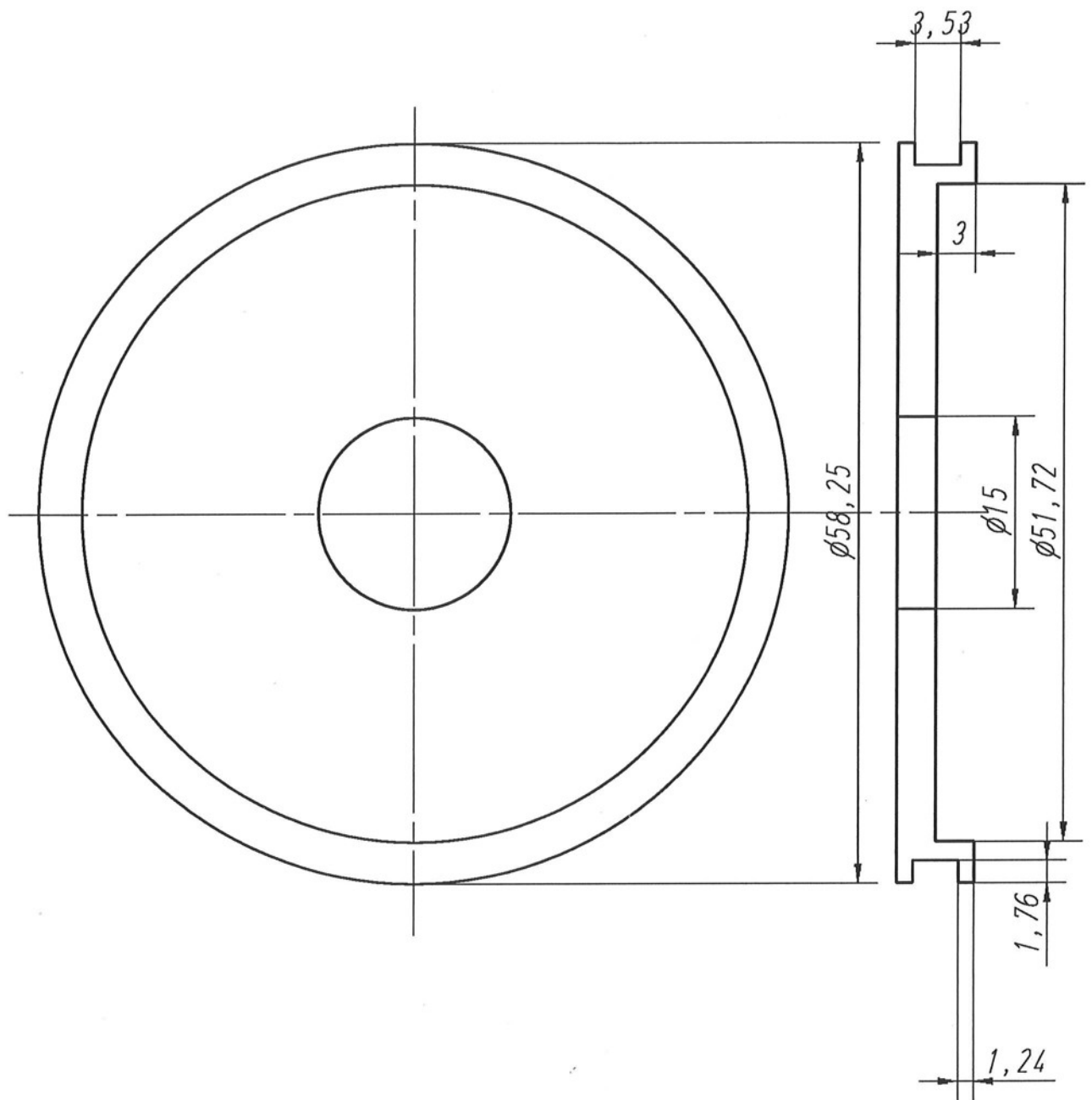




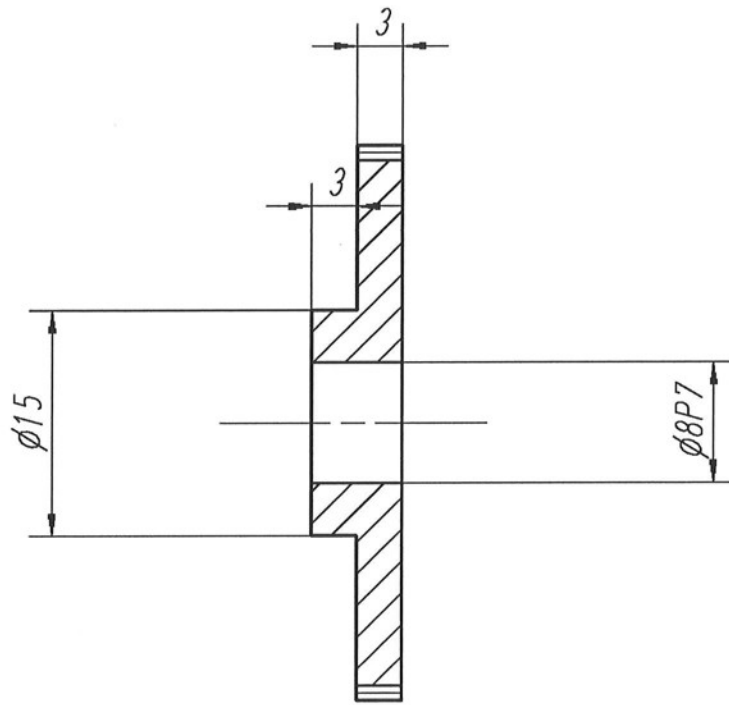
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques		
Mod.			Mod.	Dessiné	Michel Lauria	Echelle
				Contrôlé		1:1
				Conf. aux normes		
				Bon pour exécution		
Sans nomenclature séparée				N° de commande		 Nb. feuilles Feuille N°
Nomencl. sép. de même N°				Origine		
Nomencl. sep. de N° différent			N° d'ident.	Remplace		
			Dénomination			N° de dessin
			chassis			



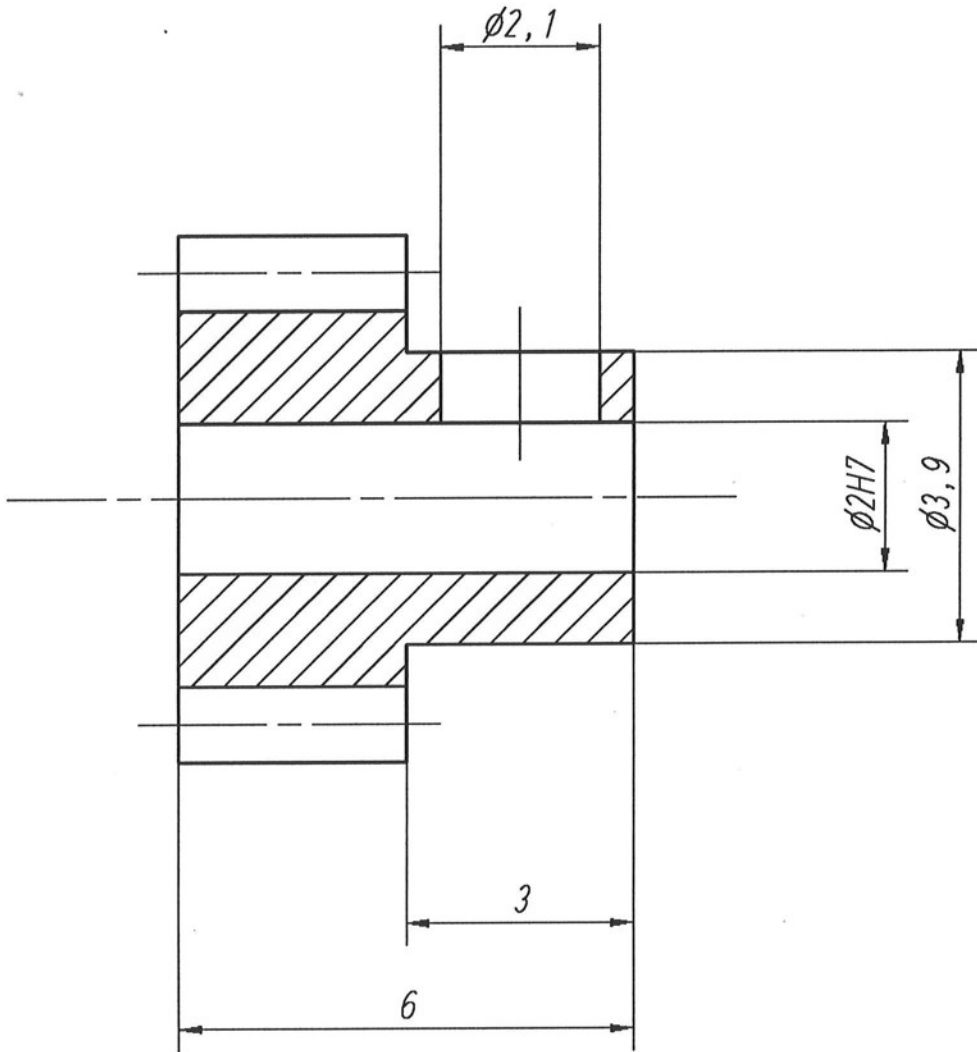
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques			
Mod.			Mod.	Dessiné	Michel Lauria		Echelle
				Contrôlé			2:1
				Conf. aux normes			
				Bon pour exécution			
Sans nomenclature séparée				N° de commande			Nb. feuilles Feuille N°
Nomcl. sép. de même N°				Origine			
Nomcl. sep. de N° différent			N° d'ident.	Remplace			
			Dénomination				N° de dessin
			axe				



Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques			
Mod.			Mod.	Dessiné	Michel Lauria		Echelle
				Contrôlé			2:1
				Conf. aux normes			
				Bon pour exécution			
Sans nomenclature séparée				N° de commande			
Nomcl. sép. de même N°				Origine		Nb. feuilles	Feuille N°
Nomcl. sép. de N° différent			N° d'ident.	Remplace			
				Dénomination			N° de dessin
				Roue			

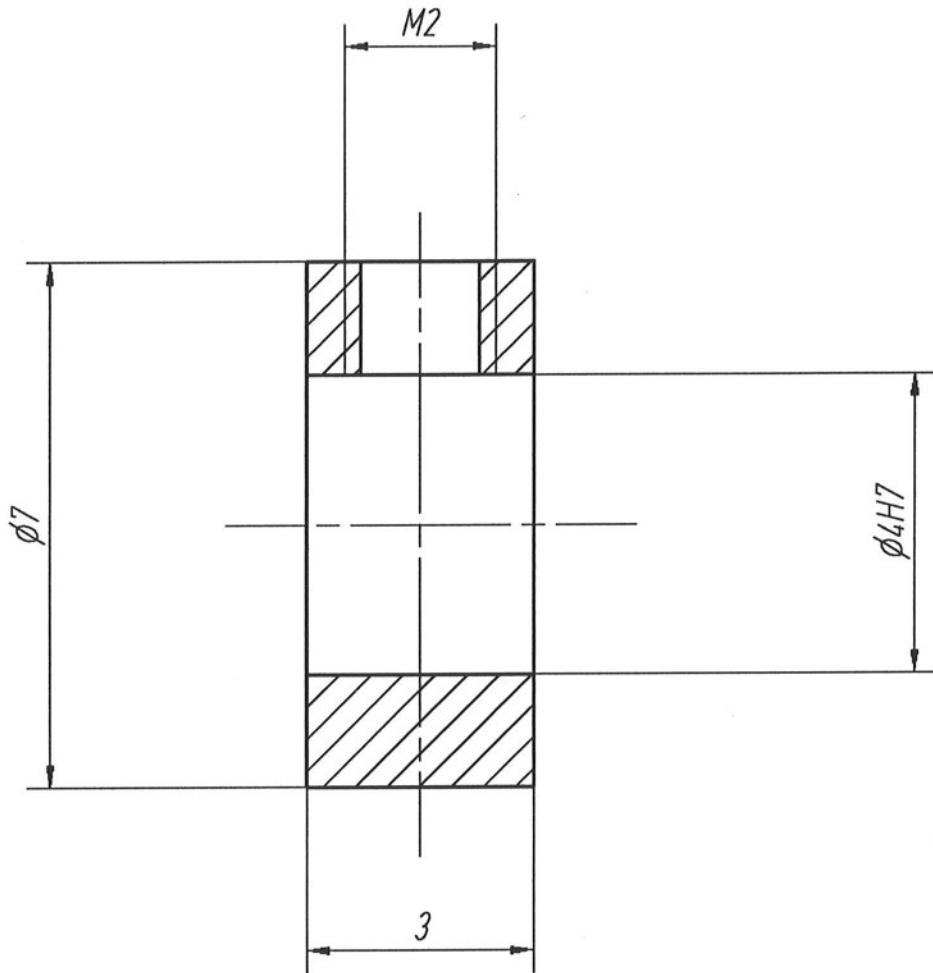


Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques				
Mod.			Mod.	Dessiné	Michel Lauria		Echelle	
				Contrôlé			2:1	
				Conf. aux normes				
				Bon pour exécution				
Sans nomenclature séparée				N° de commande				
Nomencl. sép. de même N°				Origine		Nb. feuilles		Feuille N°
Nomencl. sép. de N° différent			N° d'ident.	Remplace				
			Dénomination <i>engrenage</i>				N° de dessin	



12x

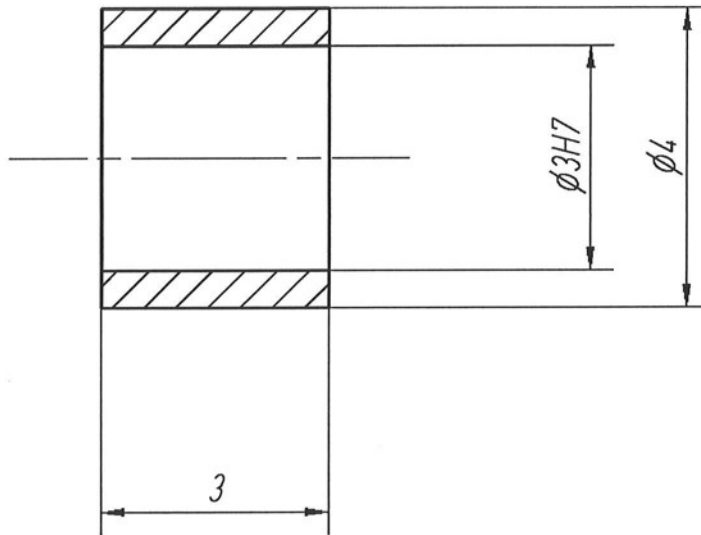
Pos.		Quantité	Unité	Numéro d'identification		Dénomination/caractéristiques				
Mod.				Mod.		Dessiné	<i>Michel Lauria</i>		Echelle	
						Contrôlé			<i>10:1</i>	
						Conf. aux normes				
						Bon pour exécution				
Sans nomenclature séparée						N° de commande				
Nomenc. sép. de même N°						Origine		Nb. feuilles		Feuille N°
Nomenc. sép. de N° différent				N° d'ident.		Remplace				
				Dénomination				<i>pignon</i>		N° de dessin



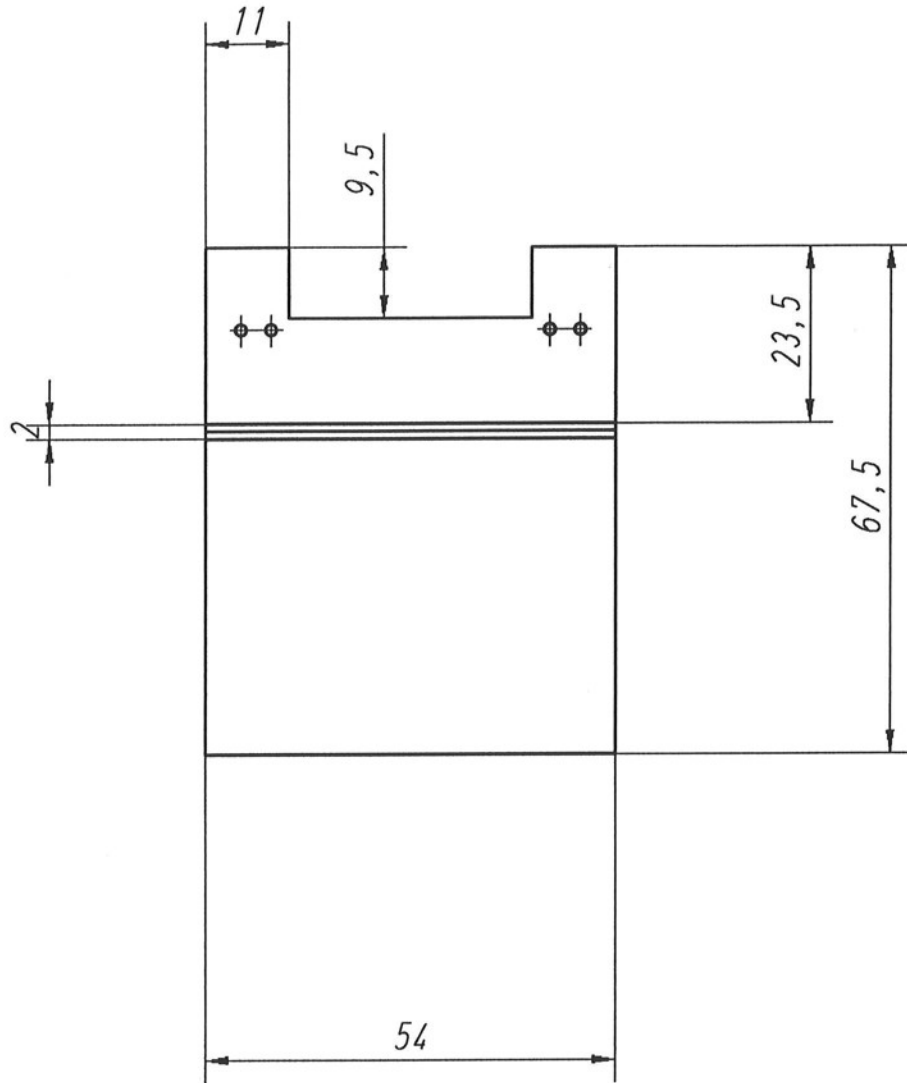
12x boites

Ltot = 36 mm

Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification		Dénomination/caractéristiques			
Mod.			Mod.		Dessiné	Michel Lauria		Echelle
					Contrôlé			10:1
					Conf. aux normes			
					Bon pour exécution			
Sans nomenclature séparée					N° de commande			Nb. feuilles
Nomencl. sep. de même N°					Origine			
Nomencl. sep. de N° différent			N° d'ident.		Remplace			
			Dénomination				N° de dessin	
			rondelle					



Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification		Dénomination/caractéristiques			
Mod.			Mod.		Dessiné	<i>Michel Lauria</i>		Echelle
					Contrôlé			10:1
					Conf. aux normes			
					Bon pour exécution			
Sans nomenclature séparée					N° de commande			Nb. feuilles
Nomencl. sép. de même N°					Origine			
Nomencl. sép. de N° différent				N° d'ident.	Remplace			
				Dénomination				N° de dessin
				<i>rondelle 2</i>				



Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination/caractéristiques			
Mod.			Mod.	Dessiné	<i>Michel Lauria</i>		Echelle
				Contrôlé			<i>1:1</i>
				Conf. aux normes			
				Bon pour exécution			
Sans nomenclature séparée				N° de commande			Feuille N°
Nomcl. sép. de même N°				Origine		Nb. feuilles	
Nomcl. sep. de N° différent			N° d'ident.	Remplace			
			Dénomination	<i>accu pack</i>		N° de dessin	