



✓
۰۸-۳۳۳۲۷

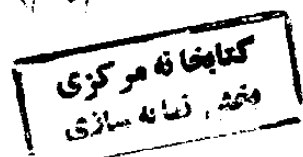
دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش بیومکانیک

طراحی و شبیه سازی یک روبات پرستار بیمارستانی

استادان راهنما:
دکتر علی مقداری
مهندس رویا نریمانی

نگارش :
امیر علی فروغ نصیرایی



شهریور ۱۳۷۹

این پایان نامه به عنوان پایان نامه ۹ واحدی کارشناسی ارشد در تاریخ ۱۳۷۹/۷/۳۰ ارزیابی و تأیید شد.

استاد راهنما : دکتر علی مقداری

امضاء :

تاریخ: ۷۹/۱۰/۲۵

استاد همکار : مهندس رویا نریمانی

امضاء :

تاریخ: ۷۹/۱۰/۲۸

ممتحن اول : دکتر آریا السنی

امضاء :

تاریخ: ۷۹/۱۰/۲۷

ممتحن دوم : دکتر منصور جمزاد

امضاء :

تاریخ: ۷۹/۱۰/۲۷

تقدیر و تشکر

خدا را سپاس گذارم که مرحله دیگری از کسب علم و دانش را پشت سر گذاشتم. شایسته است از کلیه افرادی که مرا در انجام این پروژه کمک نموده اند، خصوصاً استاد عزیزم دکتر علی مقداری و خانم مهندس نریمانی که با تلاشهای فراوان و راهنمایی هایشان در طول انجام این پروژه و قبل از آن مرا یاری داده اند تشکر کنم.

همچنین از زحمات بی بدیل دکتر منصور جم زاد، سرپرست پروژه تحقیقاتی روباتهای فوتبالیست و همچنین دوستان خوبم قربانی، کاظمی، چیت ساز، تقی پور، غفارزادگان مبصر، سجاد و چینی فروشان که در تمام مراحل انجام این پروژه با مساعدت ها و راهنمایی های بی دریغ خود مرا یاری کرده اند، تشکر می کنم. در پایان لازم می دانم از تلاشهای فراوان دکتر ایرج شادروان استاد دانشکده مهندسی مکانیک و سرپرست سابق کارگاههای مرکزی دانشگاه و همکاری کلیه پرسنل کارگاه مرکزی که در ساخت این روبات، نقش اساسی داشته اند بسیار قدردانی کنم.

تقدیم به مادر و پدر عزیزم

چکیده

امروزه با بکارگیری دانشهای مهندسی در علوم پزشکی و با ورود پدیده اتوماسیون به این علوم، دریچه جدیدی به استفاده از پدیده های خودکار دردنیای امروز باز شده، بطوریکه استفاده از روبات به عنوان پرستار در مراکز درمانی و مراقبتی به ویژه محیطهای بیمارستان مرهون همین توسعه می باشد.

در این مقاله ابتدا با تحقیق در رابطه با وظایف پرستاران و شناسایی و دسته بندی این وظایف و مقایسه آنها با ویژگیهای یک روبات برای پیدا کردن امکان انطباق، لزوم ساخت و طراحی یک روبات پرستار نشان داده شده است. از آنجا که بسیاری از قابلیتهای ممکن برای یک روبات پرستار منوط به حرکت روبات است، تحقیقات خود را در زمینه طراحی و ساخت پایه متحرک روبات پرستار متمرکز نمودیم. به منظور شناخت ویژگیهای حرکتی روبات پرستار و مشخصات ظاهری آن، در ابتدا به مطالعه و بررسی محیطهای بیمارستانی (فضای کاری روبات) پرداختیم، که با توجه به این مطالعات و مسیرهای حرکتی مختلف روبات در محیط بیمارستان (راهروها، آسانسورها، دربهای ورود و خروج و ...) بیشینه ابعاد ظاهری روبات (طول و عرض و ارتفاع) به ترتیب ۸۰ و ۶۰ و ۱۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. پس از شناسایی مشخصات ظاهری روبات و همچنین به منظور دستیابی به کمترین توان مصرفی روبات پرستار سینماتیک و سیتیک برخی از مکانیزمهای مورد نظر به طور کامل بررسی گردید. در نهایت مکانیزم ویزهای که در برگیرنده تمامی مشخصات حرکتی یک روبات پرستار میباشد طراحی، ارایه ونمونه ای از آن ساخته شد.

فهرست

۱- مقدمه

- ۲-۱ هدف از انجام پروژه و اهمیت کار
- ۳-۲ مروری بر کارهای انجام شده
- ۶-۳ مراحل انجام پروژه
- ۸-۴ عنوان های ارائه شده در فصول پایان نامه

۲- تعریف پرستار و پرستاری و وظایف پرستاران

- ۱۰-۱-۲ تعریف پرستاری
- ۱۱-۲-۲ پرستاران و حیطه خدمات آنها
- ۱۱-۲-۳ پرستار به عنوان عضوی از تیم مراقبتهای بهداشتی
- ۱۵-۴-۲ تیم پرستاری
- ۱۷-۵-۲ نقش منحصر به فرد پرستار
- ۲۰-۶-۲ وظایف پرستار
- ۲۱-۱-۶-۲ وظایف مترون
- ۲۲-۲-۶-۲ وظایف بهیار
- ۲۵-۷-۲ نتیجه گیری

۳- تعیین وظایف یک پرستار برای روبات با در نظر گرفتن مراحل انجام آن وظیفه

- ۲۸-۱-۳ وظایف درمانی و مراقبتی پرستاران
- ۲-۳ بررسی لزوم انجام وظایف توسط یک روبات
- ۳۱

- ۳۱-۱-۲-۳ بررسی وظایفی که امکان خطای بیشتر برای پرستار وجود دارد
- ۳۲-۲-۲-۳ بررسی وظایفی که در انجام آن امکان انتقال میکروب به پرستار و یا محیط بیمارستان وجود دارد
- ۳۳-۳-۲-۳ بررسی وظایفی که یک پرستار از انجام آن اکراه دارد
- ۳۳-۴-۲-۳ بررسی وظایفی که انجام آن برای پرستار مشکل می باشد
- ۳۳-۵-۲-۳ مروری بر سایر وظایف بالینی پرستار

- ۳-۳- مراحل انجام وظایف ۳۴
- ۳-۳-۱- شرح مراحل مربوط به دادن داروهای خوراکی و موضعی ۳۵
- ۳-۳-۲- شرح مراحل مربوط به دفع مدفوع و ادرار ۳۷
- ۳-۳-۳- وضعیت دادن و حرکت دادن بیمار ۳۸
- ۳-۳-۴- انتقال دادن نمونه آزمایشگاهی ۳۹
- ۳-۴- نتیجه گیری ۳۹
- ۴- بررسی محیطهای بیمارستانی به منظور دستیابی به ابعاد کلی روبات ۴۳
- ۴-۱- محیطهای بیمارستانی ۴۴
- ۴-۱-۱- محیطهای بیمارستانی ۴۴
- ۴-۱-۲- ابعاد استاندارد راهروهای بیمارستان ۴۶
- ۴-۱-۳- استانداردهای کف بیمارستان و نحوه ارتباط طبقات با یکدیگر ۴۸
- ۴-۲- تطبیق ابعاد روبات با محدودیتهای هندسی بیمارستان ۵۳
- ۴-۳- نتیجه گیری ۵۳
- ۵- انتخاب مکانیزمهای حرکتی روباتهای متحرک بر اساس ویژگیهای حرکتی ۵۷
- یک روبات پرستار بیمارستانی
- ۵-۱- ویژگیها و پارامترهای حرکتی روبات پرستار ۵۸
- ۵-۱-۱- امکان ساخت ۵۸
- ۵-۱-۲- توانایی حرکت مستقیم و بدون انحراف ۵۸
- ۵-۱-۳- توانایی دور زدن و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با دقت کافی ۶۰
- ۵-۱-۴- توانایی دور زدن و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با کمترین فضای اشغالی ۶۰
- ۵-۱-۵- در نظر گرفتن راندمان کاری با توجه به انرژی مصرفی مشخص ۶۱
- ۵-۲- مکانیزمهای حرکتی معمول در روباتهای متحرک ۶۲

- ۶- تحلیل دینامیک و سینما تیک مکانیزمهای مختلف روباتهای متحرک به منظور
دستیابی به بهترین راندمان کاری
- ۶-۱- تحلیل سینماتیکی یک چهارم روبات ۶۷
- ۶-۱-۱- بحث سینماتیکی ۶۸
- ۶-۱-۲- بحث سینیتیکی ۷۲
- ۶-۲- سینیتیک و سینماتیک روباتی با چهار چرخ محرک (دارای موتور) ۸۶
- ۶-۲-۱- سینماتیک روبات ۸۶
- ۶-۲-۲- سینیتیک روبات ۸۸
- ۶-۳- سینیتیک و سینماتیک روباتی با چهار چرخ غیر فرمانپذیر که فقط
دو چرخ جلو آن محرک می باشد ۹۴
- ۶-۳-۱- سینماتیک روبات ۹۵
- ۶-۳-۲- سینیتیک روبات ۹۷
- ۶-۴- مروری بر دیگر مکانیزمهای عنوان شده در فصل پنجم ۱۰۵

- ۷- مقایسه بین مکانیزمهای حرکتی روباتهای متحرک با توجه به ویژگیها و پارامترهای
حرکتی روبات پرستار به منظور طراحی یک سیستم حرکتی بهینه
- ۷-۱- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار دوم (توانایی حرکت مستقیم
و بدون انحراف) ۱۰۷
- ۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار سوم (توانایی دور زدن
و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با دقت کافی) ۱۱۱
- ۷-۳- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار چهارم (توانایی دور زدن
و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر با کمترین فضای اشغالی) ۱۱۳
- ۷-۴- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار پنجم (در نظر گرفتن راندمان
کاری با توجه با انرژی مصرفی مشخص) ۱۱۳
- ۷-۵- طراحی بهینه مکانیزم حرکتی برای یک روبات پرستار بیمارستانی ۱۱۵

۸- طراحی

- ۸-۱- طراحی قسمتهای مکانیکی ۱۱۸

۱۲۰	۸-۱-۱- طراحی واحد محرک
۱۲۰	۸-۱-۱-۱- دیاگرام کلی واحد محرک
۱۲۰	۸-۱-۱-۲- انتخاب موتور
۱۲۰	۸-۱-۱-۳- طراحی گیربکس
۱۲۸	۸-۱-۲- طراحی واحد فرمان
۱۲۸	۸-۱-۱-۱- دیاگرام کلی واحد فرمان
۱۲۸	۸-۱-۱-۲- انتخاب موتور
۱۲۸	۸-۱-۱-۳- طراحی گیربکس
۱۲۹	۸-۱-۳- نحوه اتصال واحد محرک به واحد فرمان
۱۲۹	۸-۱-۴- نحوه اتصال واحد محرک - فرمان به روبات
۱۳۰	۸-۲- طراحی قسمتهای سخت افزاری
۱۳۱	۸-۲-۱- دوربین
۱۳۱	۸-۲-۲- کامپیوتر و فلاپی درایو
۱۳۱	۸-۲-۳- برد قدرت
۱۳۱	۸-۲-۴- برد کنترلی
۱۴۰	۸-۳- طراحی بینایی روبات
۱۴۰	۸-۴- طراحی الگوریتم حرکتی روبات
۱۴۳	۹- ضمیمه
	۱۰- مراجع

فصل اول

مقدمه

۱- هدف از انجام پروژه و اهمیت کار

بکارگیری دانشهای مهندسی در پزشکی بعنوان یکی از مهمترین علوم رشته پزشکی در آمده است. عبارت دیگر علوم مهندسی سهم وسیعی در توسعه و بهبود تجهیزات و ابزار آلات پزشکی در ابعاد مختلف مانند معاینات پزشکی، تشخیص بیماری، مداوا و مدیریت پزشکی داشته است. در این زمینه ابتدا مهندسی برق پیشتاز بود، بدنبال آن مهندسی مکانیک، مهندسی ابزار دقیق، مهندسی مواد، مهندسی شیمی درگیر مسائل مهندسی پزشکی شده اند. امروزه بسیاری از تجهیزات پزشکی را در واقع باید تجهیزات مکاترونیک نامید، زیرا که این تجهیزات نه تنها شامل مدارهای الکتریکی بلکه دارای سازه های مکانیکی هستند و توسط میکرو کامپیوترها کنترل می شوند. همچنین بکارگیری فن آوری روباتیک و روبات بعنوان یک ابزار مکاترونیکی در یاری کردن جراح به هنگام یک عمل جراحی در زمره مسائل تحقیقاتی مربوط به این رشته می باشد.

بطور کلی روباتهای پزشکی - درمانی را میتوان بر حسب کار برد به چند دسته تقسیم بندی کرد که از آن جمله اند: روبات دستیار جراح، روبات معاینه گر، روبات پرستار، روبات پزشکی - تحقیقاتی و

روبات پزشکی - آموزشی . در این میان از روبات پرستار می توان علاوه بر سرکشی به وضعیت بیماران در بیمارستان ، برای یاری دادن به افراد معلول و بستری نیز استفاده نمود. لذا طراحی و توسعه سریع این نوع روبات ها در جوامعی که تعداد زیادی افراد جانباز، معلول و سالخورده دارند از اهمیت بیشتری برخوردار است . بعلاوه، پرستاران غالبا قادر نیستند همواره مسئولیت پرستاری مستقیم از بیمارانی که دارای بیماریهای جدی یا لاعلاج هستند را برعهده بگیرند. عملیاتی چون تعویض لباس بیمار، آماده کردن اوراق معاینه برای آزمایشهای پزشکی ، گرفتن درجه حرارت بدن بیمار، غذا دادن به بیمار ، کمک به بیمار در استفاده از دستشویی و حمام کردن بیمار، دادن دارو و انجام تزریقات ، همراهی در قدم زدن بیمار و غیره .

در راستای تحقق بخشیدن به اهداف فوق، با عنایت به وجود تعداد قابل توجهی جانباز و افراد سالمند در کشور ، بر آن شدیم تا تحقیقاتی را در جهت طراحی یک روبات پرستار متحرک آغاز کنیم.

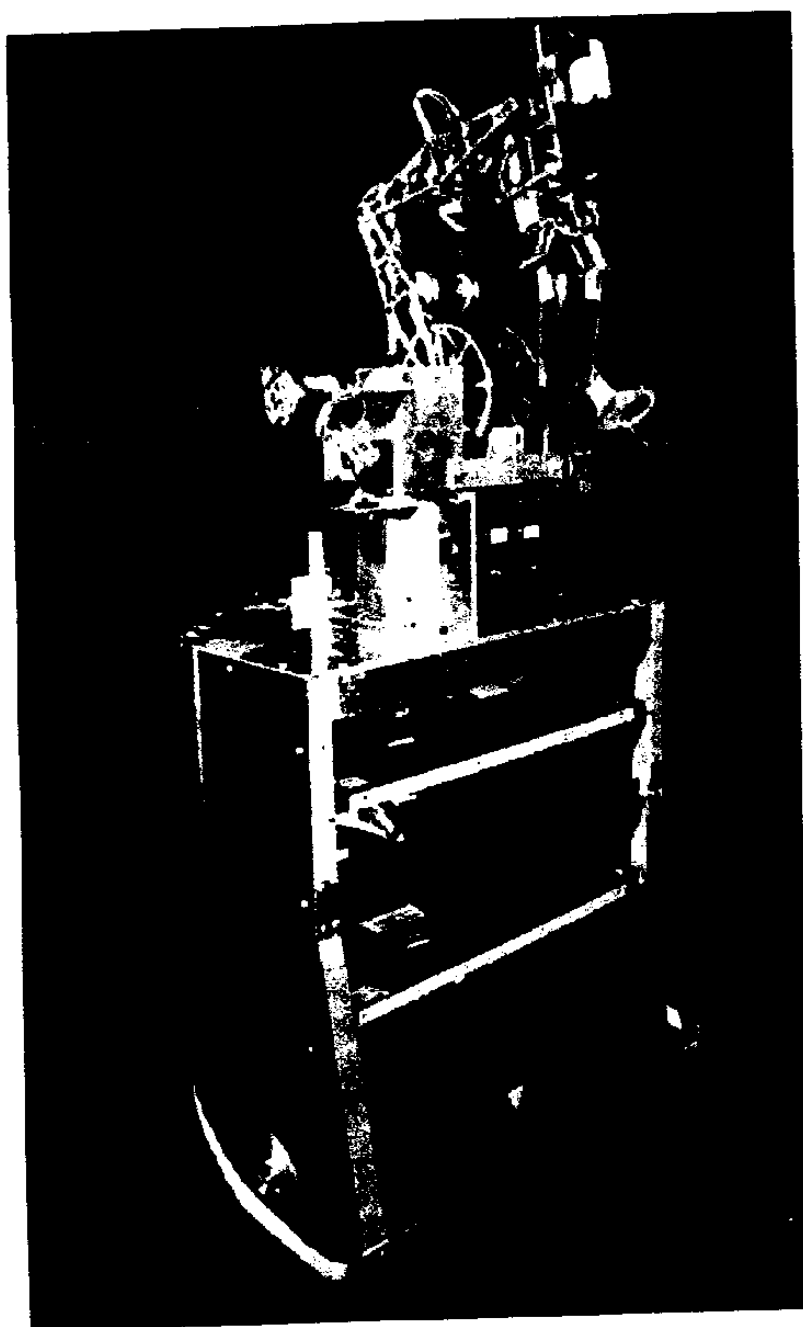
۲- مروری بر کارهای انجام شده

از دو دیدگاه مختلف می توان تحقیقات انجام شده در مورد روباتهای پرستار را ارزیابی نمود . اولین دیدگاه ، بر اساس متحرک بودن اینگونه از روباتها می باشد بدین معنی که اگر یک روبات پرستار را یک روبات متحرک فرض کنیم کلیه تحقیقات انجام شده بر روی روباتهای متحرک ، مخصوصا مطالعات در مورد قسمت حرکتی (Platform) روباتهای متحرک را می توان جزء کارها و تحقیقات انجام شده قرار داد. بطور مثال در سال ۱۹۸۵ در مورد قسمت حرکتی یک روبات پرستار خانگی (Household Robot) تحقیقاتی انجام شده و یک مکانیزم حرکتی با کنترل مربوط ساخته شده است [۱] . قسمت حرکتی این روبات از دو موتور محرک که فرمانپذیر بوده، و در جلو روبات قرار دارد و یک چرخ هرزگرد در عقب

روبات تشکیل شده است و کنترل طراحی شده ، روبات را قادر می سازد در محیط و فضای کاری تعریف شده برای روبات ، مسیرهای حرکتی خود را طی کند.

دیدگاه دوم، بر اساس وظیفه ای است که یک روبات پرستار بعنوان یک پرستار می تواند انجام دهد. در سال ۱۹۸۶ ، پروفیسور جوهان بودن اشتاین از دانشگاه میشیگان آمریکا اولین روبات پرستار متحرک کاملاً دستور پذیر را برای کمک به افرادی که دارای ناتوانی جسمانی می باشند را ساخت و کامل کرد [۲].

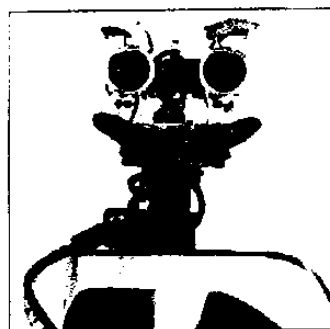
این روبات شامل یک مکانیزم حرکتی و یک بازوی ۵ درجه آزادی می باشد که پسخورندهای کنترلی آن با هفت سنسور مختلف تأمین می شود و سیستم حرکتی آن توسط ۵ کامپیوتر قابل کنترل می باشد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱: روبات پرستار متحرک همراه یک بازوی ۵ درجه آزادی، ساخته شده در دانشگاه میشیگان امریکا

این روبات قادر به انجام وظایف ساده ای می باشد که از آنجمله می توان به دادن لیوان آب ، روشن کردن کلیدهای الکترونیکی ، تعویض نوار ویدئو اشاره نمود.

در سال ۲۰۰۰ روبات پرستاری به نام فلو (Flo) در دانشگاه CMU آمریکا ساخته شد [۳] که وظیفه اصلی آن برطرف کردن وابستگی افراد سالمند از پرستار است. این روبات ظاهری شبیه به انسان را داشته بصورتی که دارای دو چشم، دو ابرو و یک لب می باشد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲: روبات Flo، ساخت دانشگاه CMU آمریکا

بنا به اظهار سازنده این روبات، یکی از قابلیت های آن یاد آوری زمان دقیق انجام کارها مانند مصرف دارو، رفتن به رختخواب و می باشد. همچنین این روبات بصورت بیسیم در مواقع اضطراری با اتصال به اینترنت به پزشک فرد سالمند خبر می دهد.

همچنین سری جدیدی از روباتهای پرستار برای کمک به افراد نابینا در دنیا در حال طراحی و ساخت می باشد که نمونه ای از این روبات در دانشگاه میشیگان ساخته شده است. این روبات فرد نابینا را قادر می سازد تا از موانع خیابان عبور کرده، در مقابل چراغ راهنمایی قرمز بایستد و همچنین قادر است از خطرات احتمالی برای فرد نابینا جلوگیری کند.

۳- مراحل انجام پروژه

بطور کلی این روباتها یا اینگونه سیستمها، انجام یک سری از وظایف انسان را بر عهده خواهند داشت که باید قابلیت انجام آن وظیفه را از نظر نتیجه آن، دقیقاً شبیه به انسان و یا حتی دقیقتر داشته باشند. پیش از آغاز طراحی اینگونه سیستمها داشتن اطلاعات جامع و دقیقی از مراحل و چگونگی انجام

وظیفه توسط شخص جانشین ضروری می باشد که می توان این اطلاعات را به سه دسته کلی زیر تقسیم بندی نمود.

الف) اطلاعات در مورد وظیفه یا وظایف فرد مسئول

بطور مثال، در مورد وظایف منشی یک بخش در بیمارستان، اگر هدف بکار بردن یک روبات بجای او باشد، باید روبات توانایی انجام کلیه مسئولیتهای مطرح شده را چه از نظر کیفی و چه از نظر عملی داشته باشد. ولی اگر قادر به انجام همه وظایف منشی نباشد این روبات را می توان به عنوان کمک منشی در بیمارستان بکار بردنه منشی.

ب) اطلاعاتی دقیق از چگونگی انجام وظیفه توسط شخص مسئول

مراحل انجام یک عمل توسط روبات و رساندن آن به نتیجه مطلوب از جمله مواردی است که در طراحی بکار می رود. به عنوان مثال، پرستاران وظیفه تزریقات را در بیمارستان برعهده دارند و پرستاران این کار را طی مراحل مشخص انجام می دهند که تک تک مراحل آن از نقطه نظر پزشکی حائز اهمیت می باشد. حال باید طراحی یک روبات پرستار برای انجام عمل تزریقات بگونه ای باشد که تمامی مراحل تعیین شده را با دقت کافی انجام داده و بتواند اطمینان لازم را از لحاظ پزشکی در انجام این عمل تأمین نماید.

ج) اطلاعات در مورد محیط فعالیت فرد مسئول

بطور مثال، یک روبات پرستار باید قادر باشد همانند یک پرستار واقعی در محیطهای بیمارستانی حرکت کرده، در کنار تخت بیمار قرار گرفته و وظیفه های او را انجام دهد. بنابراین داشتن اطلاعاتی نظیر: هندسه فضاها، بیمارستان، تخت ها و وضعیت آنها و غیره، در طراحی یک روبات پرستار الزامی

است. در حقیقت کمینه و بیشینه ابعاد روبات و همچنین کاربرد بعضی از مکانیزمهای حرکتی با داشتن این اطلاعات بدست می آید.

با توجه به این مقدمه، وجود اطلاعات سه گانه فوق در مورد پرستار و پرستاری به منظور طراحیهای اولیه لازم بود. متأسفانه بدلیل اینکه منابع اطلاعاتی جامعی که به بیان رشته پرستاری و وظایف یک پرستار از دیگاه مهندسی پرداخته باشد در ایران موجود نبوده و همچنین در مقالات موجود در مورد روبات پرستار بیشتر به موارد خاص حرکتی و کنترلی پرداخته شده [۱] و [۳] و در هیچ یک از این مقالات طراحی مکانیزم کلی یک روبات پرستار مطرح نشده بود تصمیم بر آن شد که سه فصل ابتدایی پروژه به معرفی این اطلاعات سه گانه اختصاص داده شود. در فصلهای بعد با توجه به اطلاعات بدست آمده، ویژگیها و پارامترهای لازم برای طراحی یک روبات پرستار بیان و با مقایسه چند نوع مکانیزم حرکتی، مکانیزم خاصی طراحی و ساخته شده است.

۴- عنوان های ارائه شده در فصول پایان نامه

فصل اول: مقدمه

فصل دوم: در این فصل از نظر دیدگاه کلی حرفه پرستاری و پرستار مورد بررسی قرار داده شده و اطلاعاتی در مورد وظیفه یا وظایف پرستار جمع آوری و دسته بندی شده است.

فصل سوم: در این فصل محدوده وظایفی که یک روبات قادر به انجام آن می باشد تعیین و مراحل انجام آن وظیفه مطرح می شود.

فصل چهارم: به منظور دسترسی به ابعاد ظاهری (بیشینه و کمینه ابعاد روبات) و همچنین مسیرهای حرکتی روبات، در این فصل محیط یک بیمارستان مورد بررسی قرار داده شده است.

فصل پنجم: ویژگیها و پارامترهای لازم برای یک روبات پرستار که طراحی بر اساس آن باید انجام شود در این فصل آورده شده و همچنین در این فصل مکانیزمهای حرکتی مختلف روباتهای متحرک مورد ارزیابی قرار داده می شود .

فصل ششم: سینماتیک و سیستمیک یک دسته از روباتهای متحرک برای ارزیابی پارامتری از پارامترهای مطرح شده در فصل ۵ (راندمان کاری با توجه به انرژی مصرفی مشخص) در این فصل بررسی می شود

فصل هفتم: در این فصل مقایسه ای بین مکانیزمهای مطرح شده در فصل ۵ بر اساس ویژگیها و پارامترهای یک روبات پرستار انجام شده و همچنین طرح اولیه ای در مورد یک مکانیزم حرکتی خاص که در برگیرنده کلیه ویژگیهای بیان شده می باشد، مطرح شده است .

فصل هشتم : در این فصل مراحل طراحی مکانیزم خاص حرکتی مطرح شده اعم از قسمتهای مکانیکی، سخت افزاری و بینایی آورده شده است .

فصل دوم

تعریف پرستار و پرستاری و وظایف پرستاران

هدف از این فصل شناخت رشته پرستاری و پرستار و همچنین تعیین و بررسی وظایف کادر تیم پرستاری به منظور تطبیق یک پرستار با یک روبات می باشد .

۲-۱- تعریف پرستاری

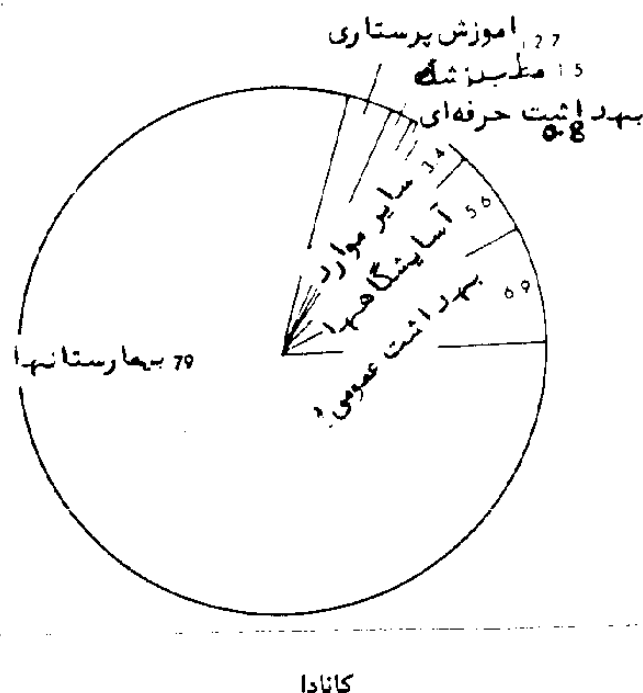
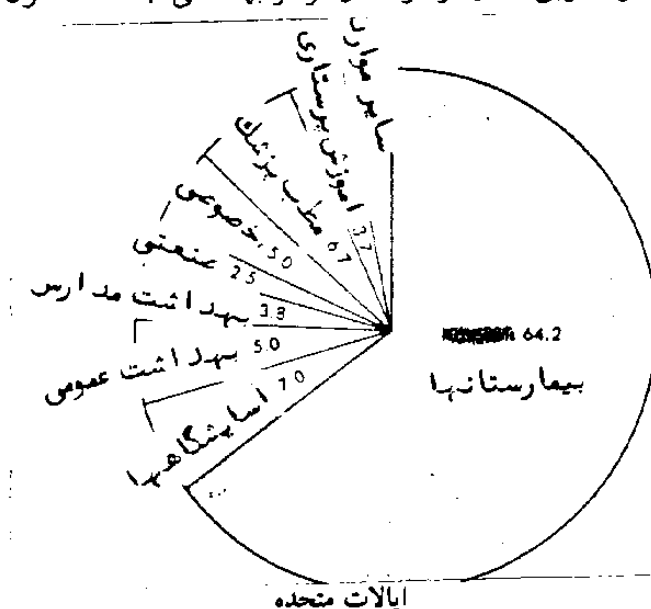
پرستاری یک حرفه پویا است که عملکردهای آن به طور مداوم در حال تغییر می باشد . پرستاری یک حرفه کمک کننده است که دارای صفتی شرافتمندانه و قابل احترام در خدمت به بشریت می باشد .
تعریف پرستاری به طور جامع می گوید:

"وظیفه ویژه پرستار مدد رسانی به انسان - اعم از بیمار یا تندرست ، در انجام فعالیتهایی است که سلامت او را تضمین می کند. فعالیتهایی که هرگاه انسان توان ، اراده یا دانشی کافی داشت ، می توانست خود به تنهایی و بدون یاری گرفتن از دیگری عهده دار شود"

۲-۲ پرستاران و حیطه خدمات آنها.

پرستاران بزرگترین گروه کارکنان تیم بهداشتی را در آمریکا و کانادا تشکیل می دهند. بنابراین کیفیت مراقبتهای بهداشتی به میزان زیادی بستگی به نحوه ارائه کار توسط پرستاران خواهد داشت .

در حال حاضر اکثریت قابل ملاحظه ای از پرستاران حرفه ای در بیمارستانها، آسایشگاهها نی که دارای امکانات بستری نمودن بیمار را دارند مشغول بکار هستند. تعداد نسبتاً کمی (تقریباً ۸/۸٪ در آمریکا و ۶/۹٪ در کانادا بر اثر آخرین آمار موجود) در مراکز بهداشتی جامعه مشغول بکار هستند. [۴]



نمودار ۱-۲- درصد پرستاران رسمی (لیسانسیه) مشغول بکار در زمینه های مختلف پزشکی در آمریکا و کانادا

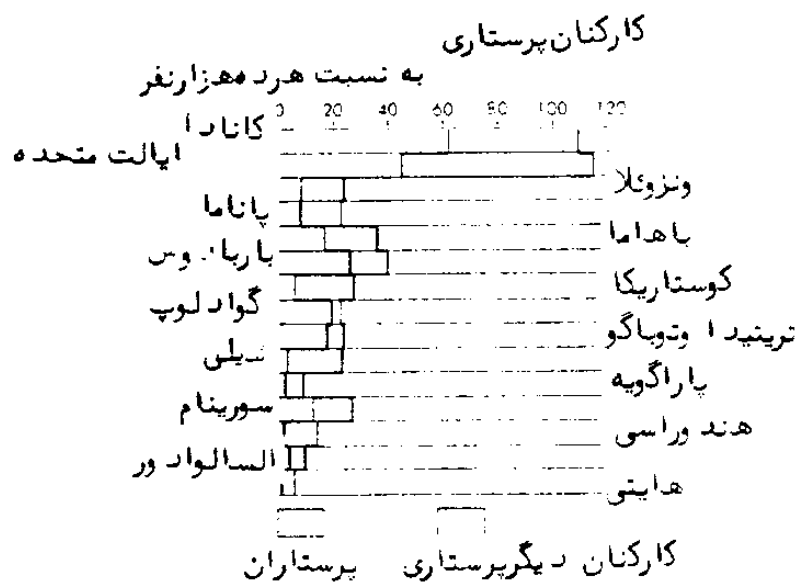
همچنین شواهد زیادی وجود دارد که نشان می دهد ، مراقبتهای بهداشتی بیشتری برای جوامع در آینده تأمین خواهد گردید . بعنوان مثال می توان از مراکز بهداشت عمومی ، کلینیک ها ، انواع مراکز بهداشتی که خدمات مراقبتهای پزشکی را بصورت سیار انجام می دهند و خدمات مراقبت خانگی برای مردم یاد کرد. بیشتر پرستارانی که در زمینه بهداشت عمومی کار می کنند اخیرا بوسیله مراکز دولتی و خیریه استخدام می گردند. تعداد روز افزونی نیز در زمینه بهداشت حرفه ای^۱ مشغول بکار می شوند. بسیاری از پرستاران نیز امروزه در کارخانجات ، واحدهای صنعتی ، قسمت انبار و در حقیقت در هر مکانی که تعدادی از افراد آنجا کار می کنند، مشغول بکار هستند. یکی از جنبه های مهم کاری آنها شرکت جستن در برنامه های ایمنی جهت حفظ بهداشت افراد در محیط کارشان می باشد . پرستاران بهداشت حرفه ای نیز غالبا مسئولیت حفاظت اضطراری افرادی را که در محل کار زخمی یا بیمار می شوند بعهده خواهند داشت. همچنین علاوه بر ارائه مشاورتهای بهداشتی، توسعه خدمات و محافظت بهداشتی را برای کارکنان تأمین می نمایند.

حیطه دیگری که باعث جلب تعداد زیادی از پرستاران می گردد، آموزش پرستاری است . با گسترش قابل ملاحظه مدارس پرستاری در ۱۰ سال گذشته که جهت تعلیم تعداد زیادی پرستار مورد نیاز خدمات درمانی و بهداشتی تأسیس گردیده افراد بیشتری از پرستاران بکار کردن در این زمینه علاقه پیدا کرده اند. همچنین پرستاران ممکن است بصورت انفرادی با یک پزشک و یا گروه پزشکان همکاری کنند و این نیز یک زمینه مهم کاری برای آنان می باشد . ما می توانیم انتظار داشته باشیم که تعداد زیادی از پرستاران در آینده، در دفاتر پزشکان مشغول به کار گردند و این در صورتی است که پرستاران بیشتری نقش خود را برای کار در حیطه های عمومی و اختصاصی توسعه دهند.

^۱ Occupational health

یکی از حیطه های کار پرستاری که در سالهای اخیر بسیار کم شده است، پرستار خصوصی^۱ می باشد . در حقیقت تعداد زیادی از بیماران هنوز درخواست دارند که برای یک بیمار یک پرستار وجود داشته باشد ، اما مراقبت از اینگونه بیماران معمولا ایجاب می نماید که پرستار صلاحیت فنی زیادی داشته باشد و این نوع مراقبت ها غالبا بوسیله پرسنل پرستاری واحدهای مراقبت های ویژه^۲ مراکز درمانی تأمین می گردد.

در مورد نسبت کارکنان پرستاری به جمعیت به نمودار ۲-۲ بسنده می کنیم [۴]



نمودار ۲-۲- میزان پرستاران به ازاء هر ده هزار نفر جمعیت

در کشورهای آمریکائی بر اساس سالهای ۱۹۷۵ یا ۱۹۷۶

^۱Private duty nurse

^۲-Intensive Care Unit

۲-۳- پرستار بعنوان عضوی از تیم مراقبت های بهداشتی

بدون توجه به اینکه پرستار امروزه در کدام حیطه مشغول کار است ، حتی اگر بطور خصوصی برای خود کار کند و در یک حرفه مستقل نیز مشغول به کار باشد، بعنوان عضوی از گروه مراقبت های بهداشتی - درمانی بحساب می آید . بنابراین پرستاری بعنوان حرفه ای وابسته و در رابطه با گروه های بهداشتی - درمانی تعریف شده و مسئولیتهایش را تحت دستورات رسمی و قانونی یا تحت راهنمایی و زیر نظر یکی دیگر از اعضاء متخصص تیم انجام می دهد (بجز موارد خاص که تصمیم گیری بر عهده خود پرستار می باشد) . مثلا پزشک برای بیمار دارویی را می نویسد و تصمیم اینکه بیمار باید دارو را بخورد توسط پزشک گرفته می شود. در دادن دارو به بیمار ، پرستار یک کار وابسته پرستاری را انجام می دهد. همچنین در سایر موقعیت ها تصمیم های مربوطه اعمالی که باید توسط پرستار انجام شود ممکن است الحاقا بوسیله تعداد و یا بیشتر از اعضای تیم درمانی گرفته شده باشد .

در نتیجه در انجام این فعالیتها ، پرستار بصورت مربوط با دیگران فعالیت می نماید. یعنی براساس تصمیم گیری بصورت مشورتی با دیگر اعضاء تیم می باشد . با توجه به آنچه گفته شد، در یک رویات پرستار ، در نظر گرفتن ارتباط آن با دیگر اعضای تیم پزشکی و چگونگی برقراری این ارتباط از نکات مهم در طراحی بشمار می آید .

۲-۴- تیم پرستاری

تیم پرستاری قسمتی عمده از تیم بهداشتی می باشد . اصولا تیم پرستاری شامل : پرستار فارغ التحصیل^۱ ، بهیاری که دارای پروانه کار میباشد^۲ (که در بعضی از ایالتها او را بنام پرستار پیشه ای و

^۱ - Registered Nurse

^۲ Licensed Practical Nurse

در ایالات کانادا بنام کمک پرستار می نامند) و کمک پرستاران و یا خدمتگذاران می باشند. آنچه گفته شد تقسیم بندی کلی از تیم پرستاری در اکثر کشورهای دنیا است که بدون در نظر گرفتن مرکزی که آنها را استخدام می کند (حیطه کاری پرستار) بیان شده است. بنابراین تقسیم بندی جزئی تر از تیم پرستاری نسبت به حیطه کاری آن در کشورهای مختلف مطرح می شود. بطور مثال در ایران اعضاء تیم پرستاری یک بیمارستان را افراد ذیل تشکیل می دهند.

۱- مترون : مترون دارای مدارک مختلف پرستاری بوده و سابقه طولانی در پرستاری دارد و وظیفه آن هماهنگی و نظارت بر گروههای پرستاری چند بخش از بیمارستان می باشد .

۲- سرپرستار: هر بخش از بیمارستان دارای یک سرپرستار است که دیگر پرسنل پرستاری آن بخش (پرستار لیسانس، پرستار فوق دیپلم، بهیار و کمک بهیار) زیر نظر او هماهنگ و هدایت می شوند. سرپرستار دارای مدرک کارشناسی دانشگاهی پرستاری و سابقه کاری می باشد .

۳- پرستار لیسانس: یکی از اعضای گروه پرستاری یک بخش از بیمارستان می باشد که دارای مدرک کارشناسی دانشگاهی پرستاری است .

۴- پرستار فوق دیپلم: یکی از اعضای گروه پرستاری یک بخش از بیمارستان می باشد که دارای مدرک دو ساله پرستاری است .

۵) بهیار : از اعضای گروه پرستاری بوده و فارغ التحصیل یکی از آموزشگاههای بهیاری می باشد .

۶) کمک بهیار: این افراد دارندگان سیکل اول متوسط یا سوم راهنمایی می باشند که باید دوره

آموزش کمک بهیاری را گذرانده باشند و یکی از اعضای گروه پرستاری در ایران به شمار می آیند.

۲-۵- نقش منحصر به فرد پرستار (مسئولیت پرستاران)

مجمع بین المللی^۱ پرستاران مسئولیتهای پرستاری را شامل ۴ مرحله می داند که شامل برقراری بهداشت، پیشگیری از بیماری، بازگرداندن سلامتی و تسکین دردها و رنج ها می باشد. بنابراین پرستار برای انجام این مسئولیتهای باید قادر باشد نقش های شش گانه زیر را در مواجهه با بیماران و یا مددجویان ایفا کند. [۴]

۱- نقش مراقبتی : پرستار در مراقبت از بیمار در انجام فعالیتهایی به او کمک می کند که اگر قادر بود خود می توانست آنها را انجام دهد. بسیاری از فعالیت پرستار مربوط به زندگی روزمره بیمار می شود. کمک به بیمار در برآوردن نیازهای مربوط به آشامیدن، خوردن، استراحت و خواب و برقراری اعمال طبیعی بدن از وظایف اولیه پرستار در مراقبت از بیمار است. قسمتی از وظیفه مراقبت، فراهم نمودن رفاه و پشتیبانی از بیمار و خانواده اش است. پرستار نه تنها به رفاه جسمی بیمار توجه دارد بلکه به او کمک می کند تا با مسائل بهداشتی خویش و تنیدگی و اضطرابی که حتی در بیماریهای خفیف نیز ایجاد می شود تطبیق یابد.

۲- نقش درمانی : بسیاری از فعالیت های پرستاران شامل مشارکت در تشخیص و معالجه بیماری است. بررسی اساسی پرستار از مشکلات بیمار همراه با بررسی اعضای دیگر تیم بهداشتی توأماً مشکلات بهداشتی بیمار را مشخص می نماید. پرستار اغلب مسئول انجام دادن بسیاری از آزمایشات بیمار می باشد و این آزمایشات کمک به تشخیص قطعی این مشکلات می نماید. پرستاران همچنین روشهای درمانی فراوانی را که جزء طرح درمان بیماری هستند، برای هر بیمار انجام می دهند. دادن دارو و تکمیل معالجات مشخصه قسمتی از روشهای معالجه ای است که توسط پرستاران انجام می گیرد.

^۱ - Intenational Council of Nursing

مهارت پرستار در انجام دادن این روشها مثل تزریق داخل عضلانی یا کار با وسایل پیچیده پزشکی، از کارهای اصلی اوست.

۳- نقش محافظتی: یک جنبه مهم در مراقبت پرستاری، کمک به بیمار در رعایت اصولی است که او را از تأثیرات سوء محیطی حفظ نموده، و قدرت ها و قابلیت های دفاع فیزیولوژیک وی را مورد حمایت قرار دهد. زمانی که بیمار قادر به محافظت از خود نیست، از مسئولیتهای پرستار است که توجه نماید تمام اقدامات حفاظتی در جهت ایمنی بیمار بعمل آمده باشد. او باید بیمار را به رعایت اصول بهداشتی ترغیب و تشویق نماید. برای مثال تعادل در غذا خوردن، توسعه و کاربرد بهداشت مناسب، داشتن استراحت کافی و عواملی هستند که سبب کاهش آسیب پذیری و جلوگیری از بیماری می گردند.

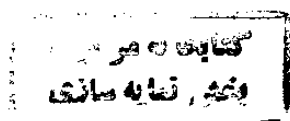
۴- نقش آموزشی: پرستاران هم بعنوان مشاوران بهداشتی غیر رسمی بصورت آموزش فرد به فرد و هم بصورت برنامه ریزی شده در کلاسهای آموزش بهداشتی فعالیت دارند. آموزش یک قسمت مهم از مراقبتهای پرستاری است. آنها ممکن است فعالیتهای گوناگون انجام دهند، نظیر مشاوره با مادران تازه کار برای مراقبت و تغذیه کودکانشان، آموزش اصول بهداشتی جهت حفاظت در مقابل امراض، راهنمایی بیمار در مورد رژیم غذایی، آموزش تمرینات تنفس عمیق قبل از عمل جراحی جهت جلوگیری از عوارض بعد از عمل یا کمک به بیماری که در ایجاد تطابق با فعالیتهای روزانه اش ناتوان شده است.

۵- نقش حمایتی: همانطور که سیستم مراقبت بهداشتی بیماران پیچیده تر می شود، با تعداد مراکز درمانی در این رابطه و تعداد کارکنان زیاد و مختلف که جنبه های گوناگون مراقبت بیماران را پاسخگو می باشند، نیاز به فردی که بتواند از طرف بیمار سخن گفته و بعنوان واسطه ای از جانب بیمار باشد ضروری به نظر می رسد. این سخنگویی از جانب بیمار و وساطت بخاطر حقوق وی، یک جنبه بسیار

مهم در مراقبت های پرستاری بشمار می رود. باتوجه به اینکه کارکنان مختلفی برای بیمار کار انجام میدهند، و بنظر می رسد این تعداد خصوصا در بیمارستانها بیشتر است و بعضی بیماران گزارش کرده اند که وقتی در بیمارستان بستری بوده اند در یکروز حدود ۵۰ نفر به اطاقشان آمد و شد کرده اند، بیمار به فردی احتیاج دارد که رابطه ای پرمعنی با او داشته باشد و او بتواند بعنوان سخنگوی وی در رابطه با دیگر اعضاء تیم صحبت کند.

۶- نقش هماهنگ کننده: واگذاری بسیاری از وظایف معمول روزانه به کارکنان کمکی سبب گردیده که پرستاران امور تخصصی تری را انجام دهند، ولی در همه حال مسئولیت هماهنگی و مدیریت فعالیتهای درمانی دیگران نیز بعهدہ پرستار می باشد. پرستار فعالیت های بهیاران و کمک بهیاران و بیماران را برنامه ریزی و سرپرستی می نماید. علاوه بر آن با دیگر کارکنان حرفه ای تیم بهداشتی در رابطه با مراقبت از بیمار مشورت می نماید. او با پزشکان نیز در رابطه با طرح معالجه بیماران مشورت می کند. وی در صورت نیاز در مورد غذای مورد علاقه بیمار در محدوده رژیم غذایی مناسب او با مسئول تغذیه، در طی برنامه های ورزشی با فیزیوتراپیست و در رابطه با مراقبت از بیمار در منزل با مددکار اجتماعی وارد مذاکره می شود. پرستار توجه دارد تا آزمایش ها و عکسبرداری های بیمار حتما انجام شده باشد. اگر بیمار در بیمارستان بستری است، او بررسی می نماید که کارکنان خدمات اطاق او را تمیز کرده و خدمتکاران برای او آب آشامیدنی آورده باشند. پرستار با بیمار، پزشک، خانواده بیمار و دیگر افراد تیم بهداشتی هماهنگی و همکاری می نماید.

با توجه به نقشهای شش گانه فوق و بررسی وظایف مطرح شده برای پرستاران، می توان وظایف یک پرستار را به دو دسته کلی تقسیم بندی نمود.



یکی آن دسته از وظایفی است که پرستار با ارتباط روحی با بیمار و همچنین قدرت تفکر و تحلیل به انجام آن می پردازد مانند وظایفی که در نقشهای محافظتی، آموزشی، حمایتی و هماهنگ کننده برای پرستار تعریف شده و انجام آن توسط رویانتهایی که دارای احساس نبوده و قدرت تحلیل ندارند امکان پذیر نیست. دسته دیگر وظایفی است که بیشتر در نقشهای مراقبتی و درمانی برای پرستاران تعریف شده و پرستار با انجام یک سری عملیات فیزیکی آنها را انجام داده و یک رویات هم قادر است تعدادی از این وظایف را انجام دهد. بطور مثال دارو دادن به بیمار، کمک کردن به بیمار در راه رفتن، تعویض سرم، سرکشی به بیمار و... از جمله این وظایف می باشد.

۶-۲- وظایف پرستار

همانطور که در بخش ۴ گفته شد، اعضاء تیم پرستاری بطور کلی شامل پرستار فارغ التحصیل، بهیار، کمک پرستاران و یا خدمتکاران می باشد. پرستار فارغ التحصیل علاوه بر اینکه مسئولیت هماهنگ کردن و نظارت بر کار اعضاء تیم پرستاری را بعهده دارد، مراقبت های پرستاری را نیز انجام می دهد. بهیار بسیاری از روشهای استاندارد پرستاری و معالجات را تحت نظر پرستار فارغ التحصیل انجام می دهد.

کمک پرستاران غالبا در هنگام کار و یا بصورت دوره های چند هفته ای آموزش داده می شوند. ماهیت وظیفه تعیین شده کمک پرستاران بطور قابل ملاحظه ای در مراکز مختلف فرق می کند. در بعضی از مراکز وظیفه آنها در حقیقت خدمتگذاری می باشد ولی در بعضی مراکز آنها به مراقبت از بیمار کمک می کنند. دیگر خدمتگزاران پرستاری که بنامهای مختلف خوانده می شوند، (مانند مراقبت کارهای شخصی) ممکن است برای مراقبتهائی مانند غذا خوردن، لباس پوشیدن، در آوردن لباس و کمک به برقراری بهداشت فردی بیماران استخدام شوند.

همچنین در بخش ۴ گفته شد که اعضاء تیم پرستاری و وظایف آنها بر حسب سیاستهای مرکزی که آنها را استخدام می کنند تغییر می کند. بنابراین بعنوان مثال و بررسی دقیقتر وظایف پرستار، در این قسمت وظایف تیم پرستاری یک بیمارستان در ایران بطور کامل مورد بررسی قرار داده شده و به عنوان نمونه، وظایف سرپرستار و بهیار در این بخش بیان شده و برای بقیه وظایف تیم پرستاری می توان به مرجع [۵] مراجعه نمود.

۲-۶-۱- وظایف مترون

- ۱- نظارت بر اجرای دقیق موازین شرعی و هدایت پرسنل تحت سرپرستی (نقش هماهنگ کننده)
- ۲- برنامه ریزی در جهت ارتقاء کمی و کیفی خدمات پرستاری و ارزشیابی مستمر آن (نقش هماهنگ کننده)
- ۳- تنظیم برنامه های پرستاری با توجه به لزوم گردش پرسنلی بطور متناوب و تعطیلات و ... (نقش هماهنگ کننده)
- ۴- بازدید روزانه از بخش ها و درمانگاههای بیمارستان بمنظور حصول اطمینان از حسن انجام وظیفه (نقش محافظتی)
- ۵- اتخاذ تصمیم در مورد تشویق و تنبیه پرسنل پرستاری (نقش هماهنگ کننده)
- ۶- اتخاذ تصمیم نهایی در مورد مرخصی ها و معذرت ها و ایجاد تسهیلات لازم جهت معالجه کادر پرستاری (نقش هماهنگ کننده)
- ۷- شرکت در جلسات بیمارستان بمنظور بازگویی مشکلات و ارائه راه حل های مناسب (نقش هماهنگ کننده)
- ۸- پیش بینی کادر پرستاری مورد نیاز و تلاش در برطرف نمودن کمبودها (نقش هماهنگ کننده)

۹- تلاش مستمر در جهت کسب اطلاع از آخرین پدیده های پرستاری و ارائه پیشنهادات لازم در بکار گرفتن رویه های نوین پرستاری (نقش آموزشی)

۱۰- هماهنگ نمودن فعالیتهای مختلف واحد پرستاری با سایر قسمت ها (نقش هماهنگ کننده)

۱۱- حفظ و بهبود روابط شایسته کاری بین کادر پرستاری با سایر پرسنل بیمارستان (نقش هماهنگ کننده)

۱۲- ایجاد تسهیلات لازم در اجرای برنامه های آموزشی دانشجویان پرستاری و مامائی و دانش آموزان بهیاری با مربیان مربوطه (نقش آموزشی)

۱۳- همکاری مؤثر و مطلوب در انجام تحقیقات پزشکی و پرستاری (نقش آموزشی)

۱۴- عزل و نصب سوپروایزرها و پرستاران در بخش های مختلف بیمارستان (نقش هماهنگ کننده)

۱۵- جابجایی کلیه کادر پرستاری اعم از پرستاران - بهیاران ، کمک بهیاران در بخشهای مختلف بیمارستان (نقش هماهنگ کننده)

۱۶- ایجاد انگیزه و فرصت های آموزشی و آموزش ضمن خدمت منطبق با نیازهای آموزشی بیماران در جهت افزایش کارایی پرسنل (نقش آموزشی)

۱۷- انجام سایر امور محوله طبق دستور مقام مافوق (نقش هماهنگ کننده)

۲-۶-۲- وظایف بهیار:

۱- آماده نمودن تخت ها (با بیمار و بدون بیمار) و درست کردن برانکارد و صندلی چرخ دار (نقش مراقبتی)

۲- تغییر حالت بیمار در وضعیت های مختلف صحیح بدنی (پهلوی به پهلوی) (نقش مراقبتی)

۳- پذیرش ترخیص و یا انتقال بیمار در زمان مسئولیت (نقش محافظتی)

- ۴- کنترل علائم حیاتی و ثبت در پرونده و کمک در انجام معاینات عمومی (نقش مراقبتی)
- ۵- کمک در غذا دادن بیمارانی که خود قادر به صرف غذا نیستند و تغذیه بوسیله لوله معده و یا شست و شوی آن (نقش مراقبتی)
- ۶- مراقبت از بیمار ایزوله و تعویض پانسمان و کمپرس های استریل و گرفتن نمونه آزمایشگاهی (مدفوع - ادرار - خلط و ...) (نقش مراقبتی)
- ۷- آماده نمودن بیمار جهت آزمایش و معاینه و ... (نقش مراقبتی)
- ۸- برآورد نیازهای بهداشتی بیمار، ماساژ، انواع حمام و انواع سونداژ و تنقیه (نقش مراقبتی)
- ۹- مراقبت لازم از بیماران تب دار (نقش مراقبتی)
- ۱۰- انجام کلیه دستورات داروئی (خوراکی، تزریقی داخل عضلانی - زیر جلدی - داخل جلدی موضعی - چکانیدن قطره در چشم، گوش و حلق و ...) (نقش درمانی)
- ۱۱- کنترل جذب و دفع مایعات و انجام ساکشن و مراقبت از تراکیوستومی و اکسیژن تراپی (نقش مراقبتی)
- ۱۲- انجام مراقبت های لازم قبل و بعد از عمل (نقش محافظتی)
- ۱۳- تحویل بیمار به پرستار مسئول در اطاق عمل و تحویل گرفتن بیمار از پرستار اطاق عمل (نقش محافظتی)
- ۱۴- همکاری و نظارت بر نحوه خروج بیمار از تخت (نقش مراقبتی)
- ۱۵- انجام اقدامات مورد لزوم از جسد طبق موازین شرع مقدس (نقش محافظتی)
- ۱۶- تماس مدام با بیماران و پاسخ به زنگ اخبار و ملاحظه کلیه تغییرات حال بیمار و گزارش به مقام مافوق (نقش مراقبتی)

۱۷- پیشگیری از بروز حوادث احتمالی در رابطه با حفظ جان بیمار و ایجاد محیط عاری از هرگونه خطر (نقش محافظتی)

۱۸- نظارت و همکاری در حفظ اصول بخش و رعایت صرف جوئی و آماده کردن و مسائل جهت استریلیزسیون (نقش مراقبتی)

۱۹- انجام سایر امور محوله طبق دستور مافوق (نقش هماهنگ کننده)

در این قسمت وظایف کادر پرستاری بر حسب نقشهای ۶ گانه پرستار تقسیم بندی شده و در نمودار (۱-۲) ترسیم شده است.

در بخش ۵ همین فصل اشاره شد که روباتهای پرستار بیشتر می توانند وظایفی که در نقشهای درمانی و مراقبتی برای پرستاران مطرح می شود را انجام دهند و برای انجام وظایفی که در نقشهای محافظتی ، آموزشی ، حمایتی و هماهنگ کننده برای پرستاران تعریف می شود به روباتهایی با تکنولوژی پیچیده (مانند روباتهای حس دار و دارای قدرت تحلیل) احتیاج است . با دقت در نمودار (۱-۲) مشاهده می شود که محدودی از وظایف پرستاران در نقشهای درمانی و مراقبتی مطرح می باشد و اکثر وظایف آنها در نقشهای چهار گانه فوق مطرح می شود که به عنوان مثال می توان به کلیه وظایف پرستارانی که در شغل مترون و سرپرستار در بیمارستان مشغول به کار هستند و بیشتر از ۸۰٪ از وظایف پرستار لیسانس و پرستار فوق دیپلم اشاره نمود.

همچنین به این نکته باید اشاره نمود که انجام کلیه وظایف پرستار در نقشهای درمانی و مراقبتی، توسط روبات امکان پذیر نبوده و این به علت پیچیدگی مراحل انجام بعضی از وظایف پرستاران می باشد مانند : عمل تزریقات وریدی که در نقش درمانی مورد بحث قرار می گیرد.

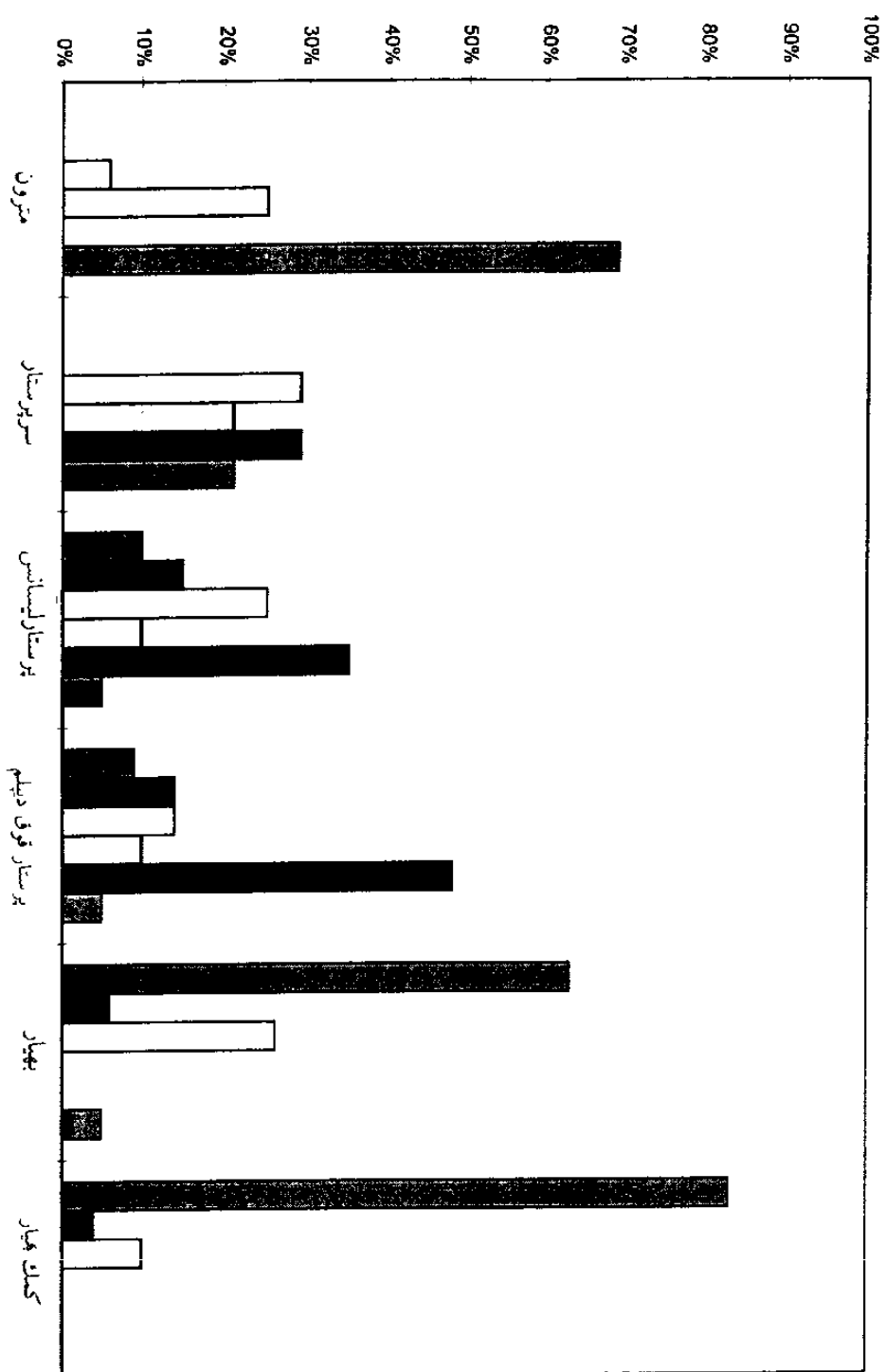
پس می توان نتیجه گرفت که یک روبات تعداد محدودی از وظایف پرستاران را می تواند مانند یک پرستار انجام دهد.

۷-۲- نتیجه گیری

با طبقه بندی وظایف پرستاران از نقطه نظر نقشهای ششگانه پرستاری (نمودار ۱-۲) و التفات به این موضوع که روبات پرستار بیشتر می تواند وظایفی که در نقشهای درمانی و مراقبتی برای پرستاران مطرح می شود را انجام دهد (بدلیل نداشتن قدرت تحلیل و تصمیم گیری در یک روبات)، انجام کلیه وظایف یک پرستار برای یک روبات امکانپذیر نبوده بطوریکه روبات می تواند تنها وظایفی را که بوسیله یکسری انجام عملیات فیزیکی توسط پرستار انجام می شود (مانند دادن دارو به بیمار، همراهی نمودن بیمار در محیط بیمارستان، گرفتن فشار خون و ...) را عهده دار باشد.

در فصل سوم، وظایف مطرح شده در نقشهای درمانی و مراقبتی طبقه بندی شده و از لحاظ ضرورت انجام آن وظایف توسط یک روبات، مورد بررسی قرار داده شده است.

وظایف پرستاران



- نقش مراقبتی
- نقش درمانی
- نقش محافظتی
- نقش آموزشی
- نقش حمایتی
- نقش هماهنگی کننده

نمودار ۱-۲ : تقسیم بندی وظایف کادر پرستاری در بیمارستانهای ایران بر حسب نقشهای ۶ گانه پرستاری

فصل سوم

تعیین وظایف یک پرستار برای روبات

با در نظر گرفتن مراحل انجام آن وظیفه

در این فصل سه هدف اساسی دنبال می شود.

الف- دسته بندی و بررسی دقیقتر و کلی تر وظایف درمانی و مراقبتی پرستاران

ب- بررسی لزوم انجام وظایف بوسیله یک روبات

ج - شرح مراحل انجام وظایف در نظر گرفته شده برای روبات بطور اجمالی

۳-۱- وظایف درمانی و مراقبتی پرستاران

بنابر آنچه در فصل دوم به آن پرداخته شد، یک روبات پرستار بدون قدرت تحلیل و احساس شبیه انسان بیشتر قادر است وظایف درمانی و مراقبتی یک پرستار را بر عهده داشته باشد و نمی تواند کلیه وظایف پرستاران را انجام دهد، این وظایف، به وظایف بالینی مشهور می باشد که بیشتر توسط پرستاران فوق دیپلم، بهیار و کمک بهیاران انجام می شود. وظایف بالینی را می توان به چند دسته کلی زیر تقسیم بندی نمود.

۱- بررسی علائم حیاتی که عبارتند از :

الف) بررسی درجه حرارت بدن

ب) بررسی نبض محیطی

ج) بررسی ضربان نوک قلب

د) بررسی هم زمان ضربان قلب و نبض

ه) بررسی تنفس

و) بررسی فشار خون

۲- وضعیت دادن و حرکت دادن و تأمین آسایش بیمار

الف) قرار دادن بیمار در وضعیت نشسته ، به پشت خوابیده ، به شکم خوابیده ، به پهلو خوابیده و در

وضعیت یک طرفه (نیمه به روی شکم)

ب) حرکت دادن بیمار به بالای تخت و یا به یک طرف تخت در چند مرحله

ج) غلطانیدن بیمار به وضعیت پهلو و یا به شکم

د) کمک به بیمار برای نشستن در تخت و یا لبه تخت

ه) انتقال بیمار بین تخت و صندلی چرخ دار

و) درست کردن برانکارد و انتقال بیمار بین تخت و برانکارد

۳- تأمین بهداشت فردی

الف) مراقبت معمولی صبح یا شب (قبل از خواب)

ب) شستشوی مخصوص دهان

ج) حمام دادن بیمار

د) ماساژ پشت

ه) شستن موهای بیمار محدود به تخت

۴- تعویض ملافه های تخت اشغال شده یا اشغال نشده

۵- تأمین نیاز غذایی بیمار

الف) غذا دادن به بیمار

ب) غذا دادن از طریق سند معده

ج) غذا دادن از طریق کاستروستوی یا ژژونوستوی

۶- درمان داخل وریدی

۷- دفع مدفوع و یا ادرار

۸- تأمین اکسیژن

۹- دادن داروهای خوراکی و موضعی

۱۰- تزریق داروهای تزریقی

۱۱- گرما و سرما درمانی

۱۲- مراقبت از زخم

۱۳- مراقبت های مربوط به عمل جراحی

۱۴ - مراقبت بعد از مرگ

لازم به تذکر است که موارد ۶ تا ۱۴ خود به چند زیر مجموعه تقسیم بندی می شوند که در این

قسمت به آن پرداخته نشده است و می توان برای بررسی دقیق تر به کتاب روشهای پرستاری بالینی

[۶] مراجعه کرد.

۲-۳- بررسی لزوم انجام وظایف توسط یک روبات

در تعریف وظایف روبات پرستار باید آن وظایفی از پرستار را مد نظر قرار داد که لزوم انجام آن بوسیله یک روبات احساس شود. بدیهی است لزوم انجام وظایفی که در آنها پرستاران عموماً دچار خطای بیشتری هستند و همچنین وظایفی که برای پرستار از لحاظ سرایت میکروب خطرناک بوده و یا انجام آن اکراه آور و مشکل است، بیشتر می باشد.

۳-۲-۱- بررسی وظایفی که امکان خطای بیشتر برای پرستار وجود دارد

طبق آمار موجود [۷] اغلب شکایات بیماران از پرستاران به شرح زیر می باشد.

- ۱- افتادن بیمار از تخت
- ۲- اشتباه در دادن دارو
- ۳- سوختگی در اثر کیف آب گرم
- ۴- اشتباه فهمیدن دستورها
- ۵- تجویز دارو از راههای غیر قانونی
- ۶- اشتباه در نوشتن پرونده
- ۷- بی دقتی و دستکاری اکسیژن
- ۸- عدم مراقبت از لوازم شخصی بیمار
- ۹- نگرفتن رضایت عمل
- ۱۰- عدم دقت در دادن داروهای نازکوتیک
- ۱۱- سهل انگاری در انجام کارها

بسیاری از شکایات مطرح شده نشان از لزوم دقت در انجام بعضی از وظایف پرستاران را نشان می دهد که انجام این وظایف به وسیله یک روبات قطعا از خطای پرستار خواهد کاست .

تطبیق یازده مورد ذکر شده در فوق با وظایف بیان شده در بخش اول همین فصل می تواند مهمترین وظایف مورد نیاز یک روبات پرستار را نشان دهد. در نتیجه می توان مواردی از وظایف پرستار را که لزوم انجام آن بوسیله یک روبات وجود دارد را برای روبات تعریف کرد.

در یک دیدگاه کلی ، روبات پرستار با دادن بدون اشتباه دارو ، ثبت اطلاعات پرونده بیمار و زمان سنجی دقیق می تواند از بسیاری از خطاهای رایج در بیمارستان جلوگیری کند.

با توجه به اینکه دادن داروهای خوراکی و موضعی (همانطور که در بخش اول ذکر شد) جزء وظایف یک پرستار است لزوم اتوماسیون این وظیفه برای یک روبات پرستار تحت شرایط و محدودیتهای خاصی احساس می شود. همچنین اگر بیمار قادر باشد با دادن یک کد ارتباطی مخصوص (مثل کارت، وارد کردن رمز یا بصورت کدهای شبکه ای) با روبات به صورت انفرادی و خصوصی ارتباط برقرار کند، می توان از بروز اشتباهات سوم و هشتم و نهم تا حد زیادی جلوگیری نمود.

۳-۲-۲- بررسی وظایفی که در انجام آن امکان انتقال میکروب به پرستار و یا محیط بیمارستان

وجود دارد

سهل انگاری در انتقال نمونه های آزمایشگاهی یکی از مواردی است که در بیمارستانها می تواند ناقل میکروب بوده و برای پرستاران و افراد بیمار مشکل آفرین باشد .

با تصحیح شیوه انتقال این مواد بصورت کاملا ایزوله توسط یک روبات می توان از سرایت میکروبهای احتمالی به فرد پرستار و همچنین محیط بیمارستان جلوگیری کرد. همچنین با مرور وظایف ذکر شده در بخش اول ، وظیفه تعویض ملافه ها را می توان در مواردی خاص، در دسته مواردی که به

موجب خطر افتادن سلامتی پرستار می شود قرار داد. در نتیجه اتوماسیون این وظیفه و لزوم انجام آن توسط روبات در بخشهای خاصی از بیمارستان و شرایطی مخصوص و معین ، احساس می شود.

۳-۲-۳- بررسی وظایفی که یک پرستار از انجام آن اکراه دارد

مورد دفع مدفوع و ادرار بیمار، جزء وظایفی است که توسط کمک بهیاران و تحت شرایطی بوسیله بهیاران انجام داده می شود و بطور کلی پرستاران از انجام آن اکراه دارند. اتوماسیون این وظیفه پرستاری ، در مجموع می تواند رضایت هم بیمار و هم پرستار را فراهم آورد.

۳-۲-۴- بررسی وظایفی که انجام آن برای پرستار مشکل میباشد

طبق موارد ذکر شده در بخش اول ، وظیفه دوم بالینی پرستاران یعنی وضعیت دادن و حرکت دادن بیمار می تواند برای یک پرستار مشکل و یا به عنوان یک کار مداوم برای پرستار غیر ممکن شود و لزوم اتوماسیون آن از دیدگاه مهندسی قابل بررسی می باشد .

۳-۲-۵- مروری بر سایر وظایف بالینی پرستار

تعدادی از وظایف پرستار ، جزء وظایفی هستند که احتمال خطا در آنها بسیار کم است و یا به دلیل سادگی انجام آن برای یک پرستار، لزوم اتوماسیون آن مشاهده نمی شود. به عنوان مثال بررسی علائم حیاتی بیمار از جمله تعیین درجه حرارت بدن بیمار، بررسی نبض محیطی ، بررسی تنفس، و ... جزء اولین کارهایی است که پرستاران می آموزند و به دلیل سادگی به ندرت دچار اشتباه شده و در صورت اشتباه نیز برای بیمار پیامدهای احتمالی نخواهد داشت. اتوماسیون اینگونه وظایف پرستار توجیه اقتصادی و صنعتی ندارد.

از طرفی با توجه به اینکه ابعاد فیزیکی بدن بیماران مختلف با یکدیگر فرق داشته و غیر قابل طبقه بندی شدن است وظایفی که در آنها دستیابی دقیق روبات به محلهای خاص از بدن لازم است مانند

حمام دادن بیمار و غذا دادن و یا عمل تزریقات و ریدی از لحاظ کنترلی دارای پیچیدگی بسیار زیادی بوده و بدون سیستمهای پردازش تصویر بسیار دقیق و همچنین سنسورهای لامسه ممکن نیست بطوریکه نمونه اینگونه از روباتها هنوز در دنیا ساخته نشده است. حال اینکه ابعاد وسایل بیمارستان و میزها و تختها کاملاً قابل دسته بندی است و دسترسی روبات به آنها از لحاظ کنترلی امکان پذیر است.

با توجه به توضیحات داده شده و همچنین بندهای فوق لزوم اتوماسیون موارد زیر از وظایف بالینی پرستار برای یک روبات احساس می شود.

۱- دادن داروهای خوراکی و موضعی

۲- دفع مدفوع و ادرار

۳- وضعیت دادن و حرکت دادن بیمار

۴- انتقال لوله های نمونه آزمایشگاهی در محیط بیمارستان

۳-۳- مراحل انجام وظایف

بطور کلی برای انجام هر مسئولیت یا وظیفه ای که برای پرستار تعریف می شود پرستار موظف است که یک سری مراحل کاری را دقیقاً بر مبنای استانداردهای جهانی پرستاری انجام بدهد. اگر از نقطه نظر مهندسی و طراحی یک روبات به منظور پرستاری، به مراحل انجام این وظایف توجه شود، می توان این مراحل کاری را به دو مرحله کلی زیر تقسیم بندی نمود.

مرحله اول: حرکت پرستار در محیط بیمارستان

این مرحله قبل از انجام وظیفه پرستاری، توسط پرستار انجام شده و در کلیه مراحل انجام وظایف پرستار، مشترک می باشد و به دلیل واضح بودن این امر در ریز مراحل کاری پرستار در کتابهای مرجع

پرستاری به آن پرداخته نشده است، ولی به منظور روشن شدن دقیق تر مطلب و مقایسه پرستار و یک روبات پرستار می توان آن را به سه مرحله جداگانه تقسیم بدنی نمود:

۱- حرکت پرستار در زمان لازم و مشخص از اطاق شخصی به اطاق بیمار

۲- قرار گرفتن در کنار تخت بیمار

۳- داشتن موقعیت مناسب نسبت به بیمار برای انجام وظیفه مورد نظر

این سه مرحله باید توسط یک روبات پرستار در محیط بیمارستان و در اطاق بیماران انجام پذیر باشد.

مرحله دوم : انجام مراحل پرستاری

در این مرحله پرستار به وظیفه اصلی خود پرداخته و با انجام یک سری مراحل پرستاری کاملاً مشخص طبق استانداردهای جهانی وظیفه مورد نظر را انجام می دهد. اشاره به این نکته مهم می باشد که مراحل انجام این وظایف بطور کلی از یکدیگر متمایز بوده و نقاط مشترک معدودی در آنها مشاهده می شود.

۳-۳-۱- شرح مراحل مربوط به دادن داروهای خوراکی و موضعی

یک پرستار در انجام وظیفه دادن دارو باید سیر منطقی زیر را در مورد آماده کردن و دادن دارو حتماً رعایت کند.

۱- داروی صحیح

۲- مقدار صحیح

۳- راه مصرف صحیح

۴- وقت صحیح

۴ - چکانیدن قطره درون چشم ، گوش و یا بینی

۵ - مصرف دارو از طریق گرد پاشی

۶ - گذاردن شیاف

انجام کلیه وظایف فوق به غیر از موارد ۱، ۲، ۴ و ۶ با توجه به توضیح صفحه قبل مبنی بر دستیابی به محل خاصی از بدن بیمار برای یک روبات کاری دشوار است . در خصوص موارد ۲ و ۵ لازم به تذکر است که برای بیمارانی قابل انجام توسط روبات می باشد که وظیفه روبات در قبال بیمار فقط دادن و گرفتن وسایل و داروی لازم به وی می باشد.

همچنین انجام هر کدام از این وظایف همانطور که از قبل به آن اشاره شد دارای مراحل مختلف کاری است . بطور مثال برای دادن دارو از راه دهان ۴۶ مرحله کاری در کتاب مرجع روشهای پرستاری بالینی [۶] آمده است که در این ۴۶ مرحله کاری هدف اساسی انجام ۵ شرط بیان شده در دادن دارو به بیمار می باشد و در مورد موارد دیگر مانند استعمال داروهای پوستی، ۸ مرحله کاری و در مورد مصرف دارو از طریق گرد پاش ، ۱۰ مرحله کاری مشخص شده است .

۳-۳-۲- شرح مراحل مربوط به دفع مدفوع و ادرار

به همان طریق که در بخش ۳-۱ توضیح داده شد، می توان نتیجه گرفت که روبات در قبال بیمارانی می تواند این وظیفه را انجام دهد که وظیفه پرستار در مورد آنها فقط دادن و گرفتن وسایل مربوط به دفع مدفوع و ادرار است . بدیهی است انجام این کار توسط روبات در ضمن اینکه از میزان انجام کارهایی که پرستاران در مورد آنها اکراه دارند می کاهد در حفظ سلامتی پرستار نیز موثر خواهد بود. الگوریتم کار نیز بصورت استاندارد در کتاب مرجع روشهای پرستاری بالینی [۶] آمده است و اگر در

طراحی روباتی این وظیفه پرستاری تعریف شود روبات باید بتواند کلیه آن مراحل کاری را از نقطه نظر پرستاری انجام دهد.

۳-۳-۳ وضعیت دادن و حرکت دادن بیمار

بسیاری از بیمارانی که در بیمارستان بستری می شوند، به دلیل ناتوانی هائی جسمانی در حرکت دادن خود با مشکل دچار هستند. از طرفی هر یک از این بیماران برای ناتوانی در حرکت خود علت جداگانه ای دارند مانند: شکستگی عضو، ناتوانی در کنترل خود، عمل جراحی ویژه انجام شده، ناتوانی بینایی به دلیل عمل چشم و ...

بطور کلی پرستاران وظیفه را به دو صورت حرکت دادن کامل بیمار و یا همراهی کردن بیمار انجام می دهند. در حرکت دادن کامل بیمار با توجه به تنوع ذکر شده در بالا به غیر از مراحل که مربوط به حرکت دادن کلی بیمار بوده (که در کتابهای مرجع پرستاری [۶] آمده است) سایر مراحل توسط خود بیمار با پرستار تطبیق می شود. انجام مراحل کلی و همچنین تطبیق بین بیمار و یک روبات پرستار مشکلات پیچیده کنترلی و مکانیکی خود را دارد، چنانچه روبات نمی تواند برای بلند کردن بیمار نیروی خود را به هر نقطه از بدن او وارد سازد و از طرف دیگر برای هر بیمار نیز با توجه به ناتوانی مخصوص به خود نقاط اثر نیرو را تغییر دهد و این الزام استفاده از یک سیستم بسیار هوشمندی که قابل تطبیق برای تمام بیماران میباشد را نشان می دهد.

اما در مورد مسئله دوم می توان با طراحی و ساخت یک روبات موبایل هوشمند که محلهای مختلف بیمارستان را در حافظه داشته باشد و مسیرهای مختلف را بوسیله ادوات کنترلی خود طی کند، همراهی کردن بیمار را انجام داد. این روبات قادر خواهد بود در مواقع لزوم بیمار را برای استفاده از سرویسهای بهداشتی، هواخوری، انجام تجویزهای حرکتی توسط پزشک و ... کمک کند.

۳-۳-۴- انتقال دادن نمونه آزمایشگاهی

بدیهی است انجام این وظیفه بوسیله یک روبات موبایل که توانایی حمل و نگهداری ایزوله نمونه های آزمایشگاهی را داشته باشد امکان پذیر خواهد بود.

با توجه به بررسی انجام گرفته شده برای پرستاران در مطالب فوق، مشاهده می شود که تمامی وظایفی که قابل تطبیق برای روبات است الزام استفاده از روبات موبایل را می رساند، بطوریکه طراحی پایه حرکتی روبات، اساس ساخت روبات پرستار قرار می گیرد.

همچنین تفاوت و حساسیت محیط خاص بیمارستان و وظایف بسیار خاص روبات در قبال افراد بیمار بیانگر خصوصیات ویژه این پایه حرکتی نسبت به روباتهای موبایل دیگر را می باشد، به طوری که باید این پایه حرکتی توانایی مانورهای لازم در محیط بیمارستان و همچنین حرکات خاص مانند یک پرستار را در اطراف تخت بیمار داشته باشد. ساخت این پایه حرکتی اساس داشتن روباتی است که بتواند وظایف مطرح شده در این فصل را انجام دهد. به عنوان مثال با اضافه شدن بازویی به این پایه حرکتی روبات قادر خواهد بود وظیفه دادن دارو را انجام دهد. حمل مواد آزمایشگاهی با قرار دادن یک محفظه ایزوله بر روی پایه حرکتی می تواند انجام بگیرد. وظیفه انتقال وسایل مربوط به دفع ادرار و مدفوع بیمار نیز با قرار گرفتن یک مکانیزم دادن و گرفتن این وسایل به بیمار برای روبات میسر میشود. در نتیجه تحقیقات خود را ابتدا در زمینه طراحی و ساخت پایه متحرک روبات پرستار متمرکز نمودیم.

۳-۴- نتیجه گیری

با طبقه بندی وظایف مطرح شده در نقشهای درمانی و مراقبتی برای یک پرستار و در نظر گرفتن مراحل انجام این وظایف، ضرورت یک روبات پرستار بیمارستانی برای انجام ۴ عمل صفحه بعد احساس می شود:

۱- دادن داروهای خوراکی و موضعی

۲- دفع مدفوع و ادرار

۳- وضعیت دادن و حرکت دادن بیمار

۴- انتقال لوله های نمونه آزمایشگاهی در محیط بیمارستان

با تمام تفصیلات ذکر شده، ضرورت پرداختن به مقوله روبات پرستار زمانی بیشتر احساس خواهد شد که بدانیم در بسیاری از موارد خاص بیمارستانی احتیاج به فردی است که در قسمت قرنطینه از بیمارانی خاص نگهداری کند و در اینجا روبات پرستار با حضور و انجام وظایف یک پرستار نقش خود را به خوبی می تواند ایفا کند.

البته توضیحات ذکر شده و ۴ موردی که بعنوان توانایی های یک روبات پرستار ذکر شد جزو توانایی های یک روبات در برخورد با بیماران عام می باشد و بدیهی است اگر روبات برای استفاده در مورد بیماران خاص طراحی و ساخته شود می توان با آموزش به آن بیمار خاص نحوه ارتباط بیمار و روبات را آسانتر نموده و در نتیجه مواردی را که در قسمت قبل بدلیل مشکلات ارتباطی روبات و بیمار عام حذف نمودیم به توانایی های روبات اضافه کرد. به طور مثال برای بیماری که به مدت زیادی به یک پرستار احتیاج دارد و یا بدلیل شرایط ویژه بیماری و امکان سرایت آن ترجیح به استفاده روبات پرستار داده می شود، می توان با آموزش نحوه برقراری ارتباط با روبات به بیمار، روبات را قادر به انجام وظایفی از جمله خوراندن دارو، غذا دادن و ... نمود.

همچنین با افزودن وسایل ارتباطی مانند تلفن، فکس و اینترنت و وسایل سرگرم کننده مانند رادیو ضبط و بازیهای کامپیوتری بر روی روبات می توان امکانات رفاهی را نیز در اختیار کاربر قرار داد. همچنین با بررسی انجام گرفته شده برای پرستاران در مطالب این فصل مشاهده می شود که تمامی

وظایفی که قابل تطبیق برای روبات است، الزام استفاده از روبات موبایل را می رساند، بطوریکه طراحی پایه حرکتی روبات، اساس طراحی و ساخت روبات پرستار قرار می گیرد، در نتیجه تحقیقات خود را ابتدا در زمینه طراحی و ساخت پایه متحرک روبات پرستار متمرکز نمودیم.

فصل چهارم

بررسی محیطهای بیمارستانی به منظور دستیابی

به ابعاد کلی روبات

در این فصل هدف تعیین ابعاد بهینه روبات برای طی کردن مسیرهای مورد نظر در بیمارستان و همچنین دستیابی بهینه روبات به تختهای بیماران و وسایل پزشکی و مراقبتی می باشد.

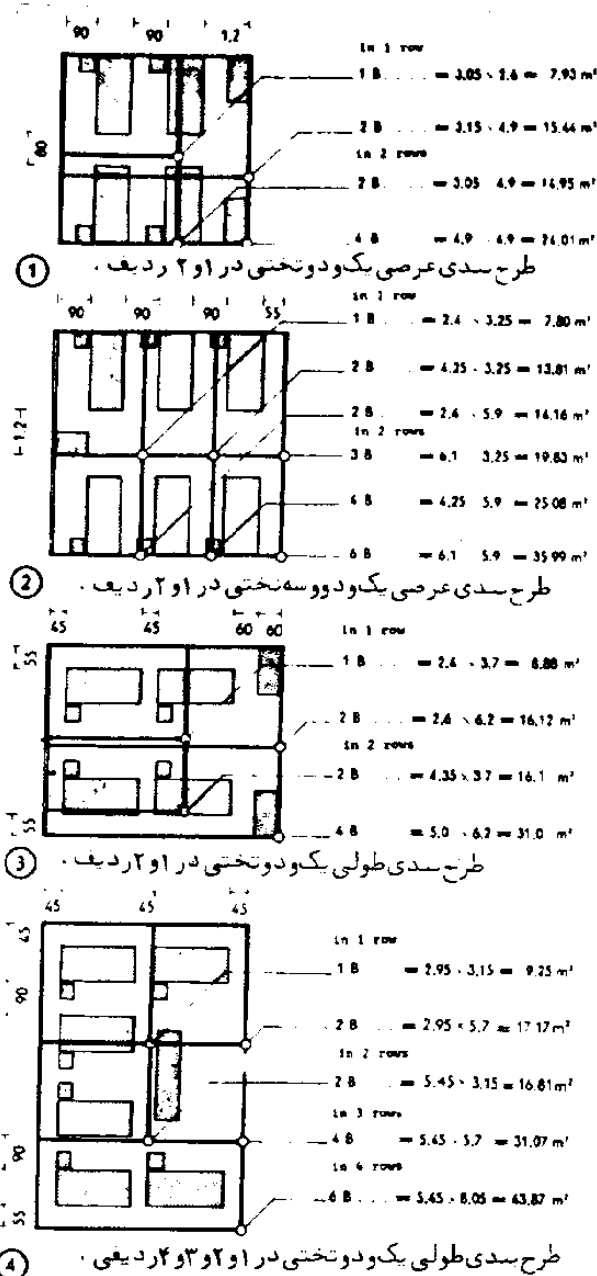
با توجه به وجود استاندارد جهانی برای ابعاد قسمتهای مختلف بیمارستان مانند: راهروها، اتاقها، شیب سطح، چیدمان تخت بیماران و ... لزوم سازگاری روبات پرستار با محیط بیمارستان جزء شرایط تعیین کننده برای طراحی روبات است و همچنین وجود محدودیتهای مکانی برای حرکتهای گوناگون، الزام رسیدن به حرکتهای خاص در روبات را می رساند. به این منظور ابتدا استانداردهای محیطهای بیمارستانی و وسایل پزشکی مرتبط با پرستاری بررسی می شود.

۴-۱- محیطهای بیمارستانی

پارامترهای ساختمانی مرتبط با طراحی روبات عبارتند از [۸]:

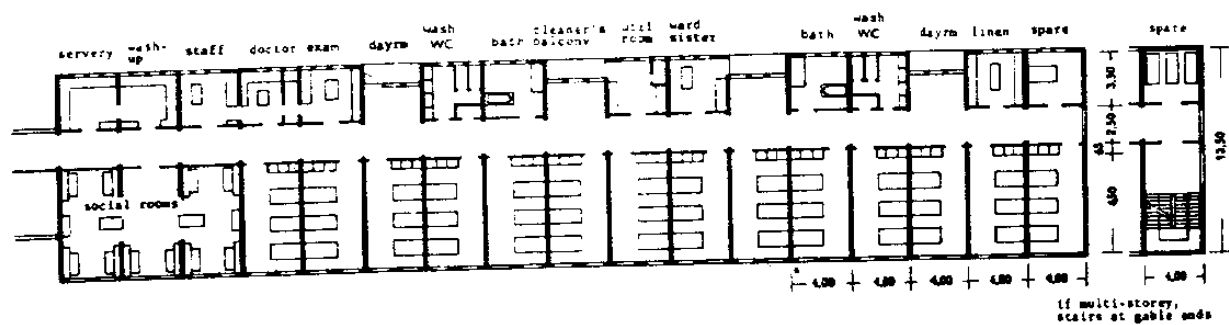
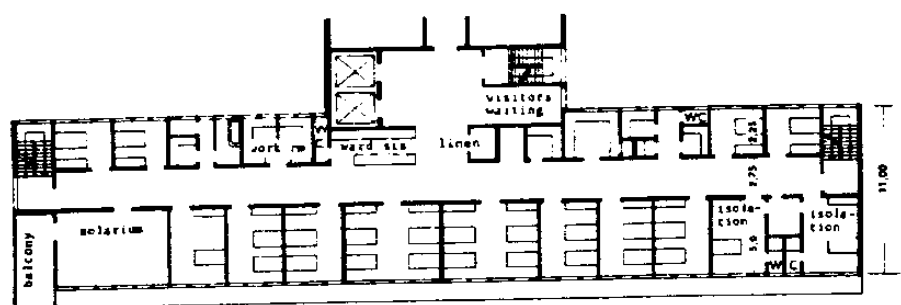
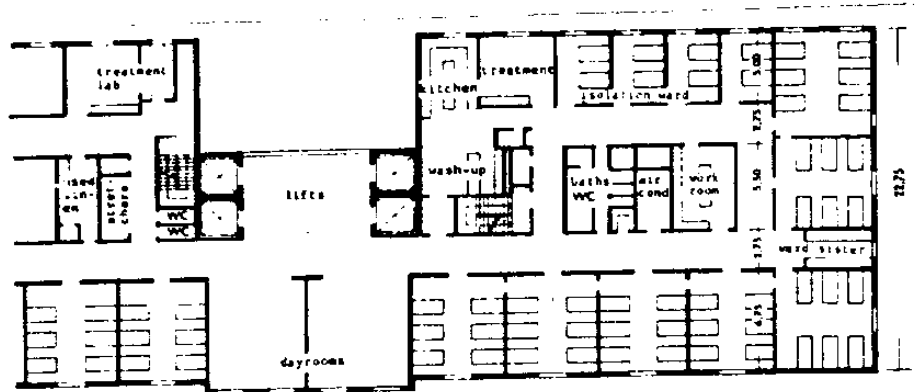
۴-۱-۱- نحوه قرار گرفتن تختها در یک اتاق از یک بخش بیمارستان

بطور کلی دو شیوه عمودی و افقی در چیدن تختها وجود دارد که در شکل ۴-۱ مشاهده می شود.



شکل ۴-۱: آرایش استاندارد تختها در یک بیمارستان

با توجه به اشکال، فضای موجود برای عبور روبات و همچنین شیوه گردش روبات در بین تختها از پارامترهای بسیار مهم در طراحی روبات به شمار می آید و همچنین اشکال فوق لزوم طراحی ویژه یک روبات برای محیط بیمارستان و عدم کارایی بسیاری از روباتهای متحرک موجود با توجه به محدودیتهای فضایی و حرکتی را نشان می دهد.



شکل ۴-۳: طراحی ساختمانی یک بخش بیمارستان

الف) نمونه استاندارد توماس - روزنفیلد

ب) نمونه استاندارد آمریکایی یواس پراج اس

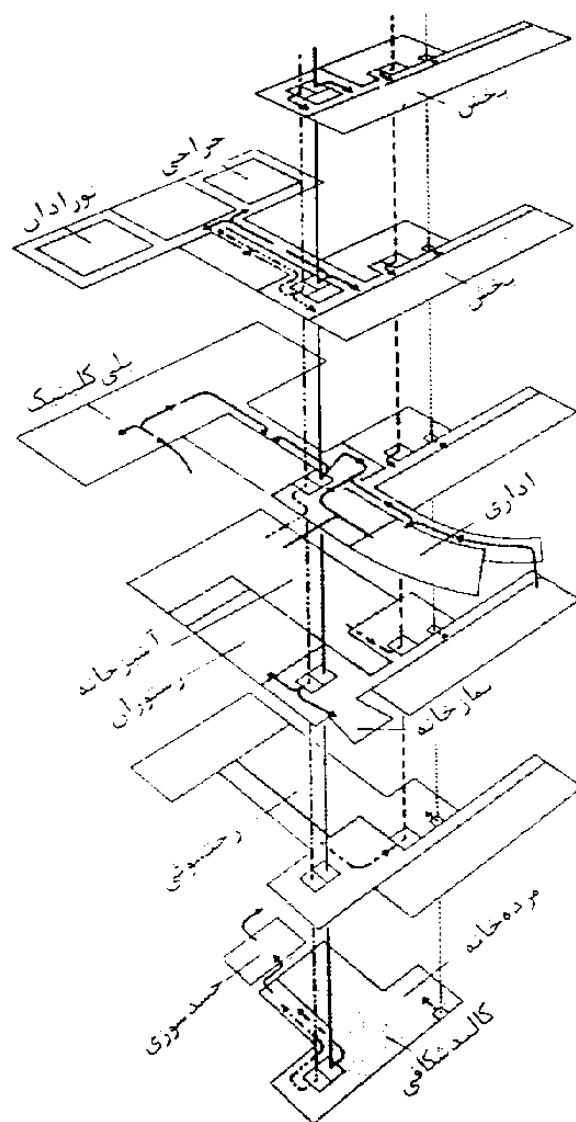
ج) نمونه استاندارد هب براند

۴-۱-۳- استاندارد های کف بیمارستان و نحوه ارتباط طبقات بایکدیگر

در طراحی بیمارستان درهر طبقه عدم وجود پله الزامی و همچنین کف بیمارستان باید کاملاً مسطح باشد (با شیب صفر درجه). این محدودیت با توجه به استفاده بسیاری از بیماران از ویلچر و حمل و نقل بیماران توسط تخت وجود دارد .

در بین طبقات نیز با توجه به محدودیت بالا و جابجایی بیماران و وسایل آنها وجود آسانسور ضروری می باشد که این امر جابجایی روبات در طبقات مختلف بیمارستان را بدون گذشتن از پلها امکان پذیر می کند. همچنین به علت عدم وجود شیب های غیر استاندارد در یک طبقه از بیمارستان نیاز به سیستمهای تعلیق برای روبات بر طرف می شود. لازم به تذکر است که در محوطه های خارج از بیمارستان (مانند محل ورود به ساختمان بیمارستان) حداقل شیب مجاز حدود ۱۰ درجه بوده و یک روبات در صورت لزوم خروج از بیمارستان ، باید توان لازم برای عبور از این شیب ها را داشته باشد .

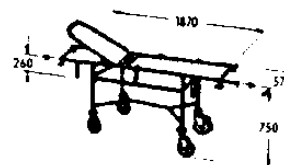
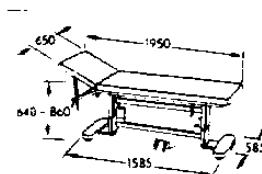
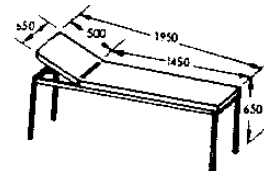
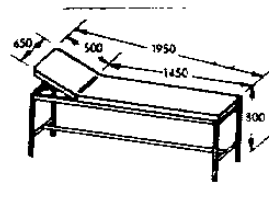
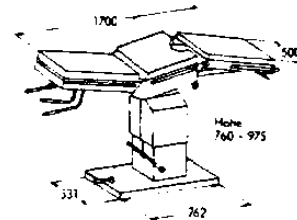
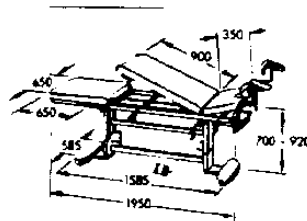
در شکل ۴-۴ نمونه ای از ارتباط بین طبقات در یک بیمارستان نشان داده شده است .



شکل ۴-۴- دیاگرام سیرکولاسیون عمودی (بیمارستان زنان)

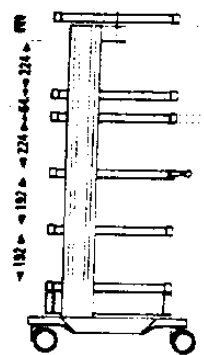
۴-۱-۴- ابعاد وسایل مورد استفاده پرستار در بیمارستان [۹]

۱- تختهای مختلف

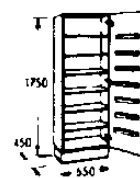
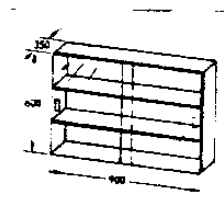
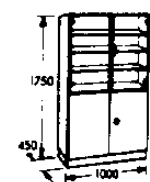


شکل ۴-۵- ابعاد تختهای مختلف

۲- میزها و قفسه های چرخ دار و ثابت

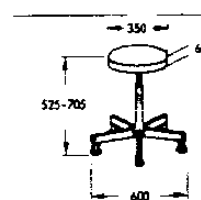
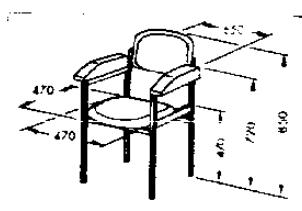
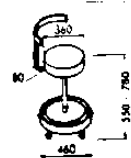
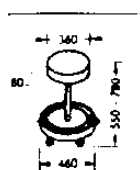


۳- قفسه های دارو



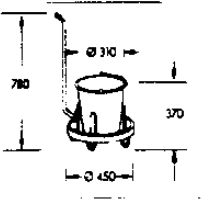
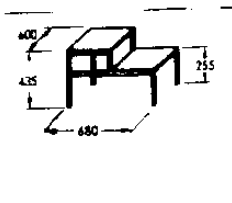
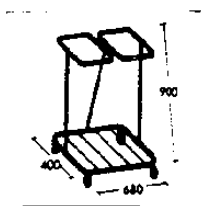
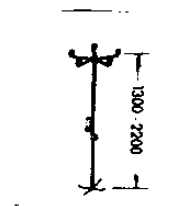
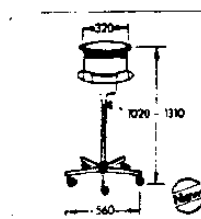
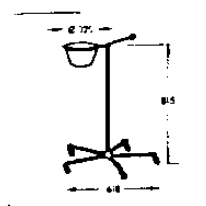
شکل ۴-۷- ابعاد قفسه های دارو

۴- صندلیهای مختلف



شکل ۴-۸- ابعاد صندلیهای مختلف

۵- وسایل مختلف دیگر پزشکی

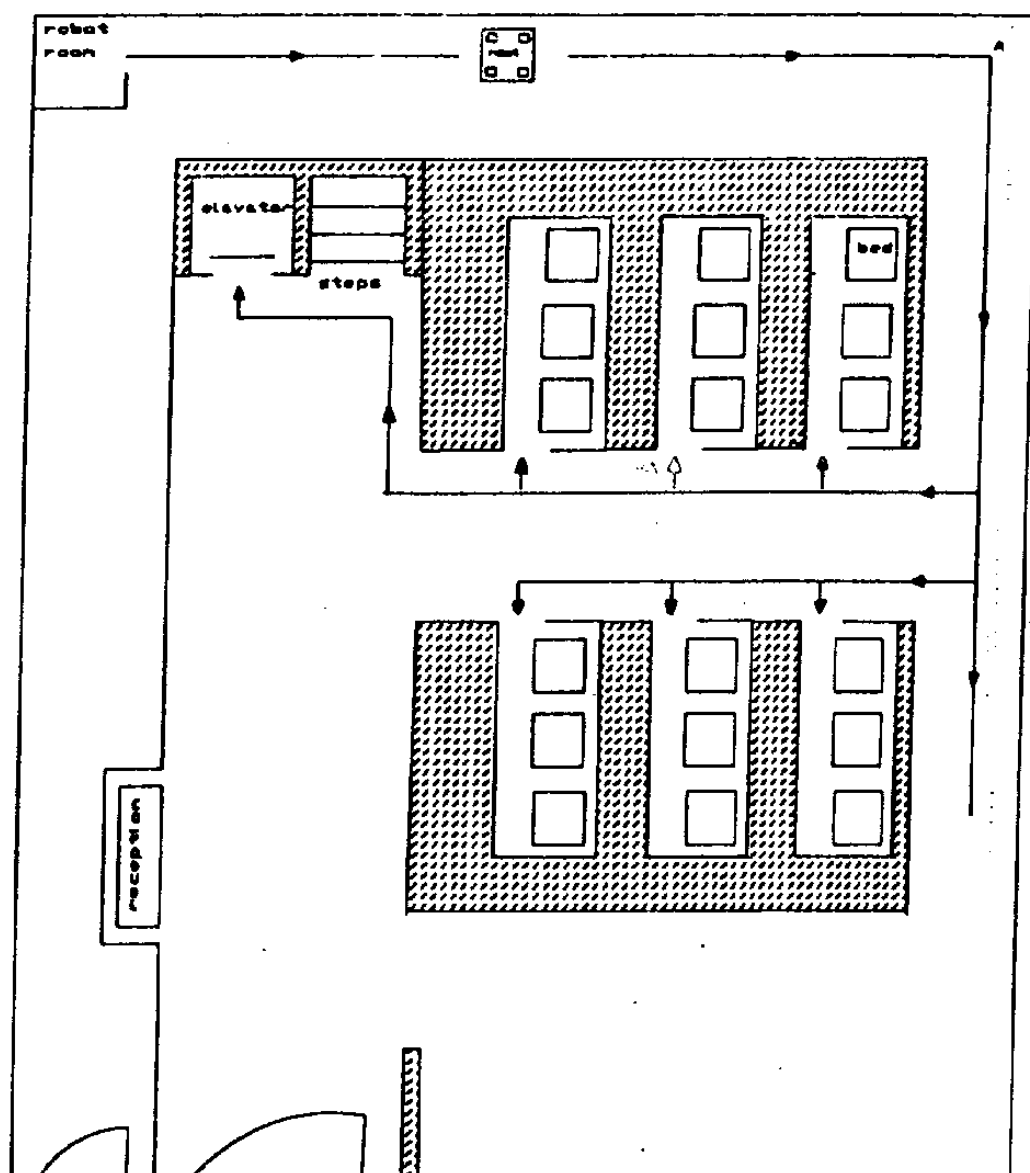


شکل ۴-۹- ابعاد وسایل مختلف پزشکی

با توجه به مطالب فوق می توان نتیجه گرفت که بیشینه ارتفاع وسایل که یک پرستار از آن استفاده می کند حدود ۱۱۰ سانتیمتر می باشد.

۴-۲- تطبیق ابعاد روپات با محدودیتهای هندسی بیمارستان

طبق بحثهای مطرح شده می توان مسیر روپات را در یک طبقه بیمارستان به صورت شکل ۴-۱۰ تعیین کرد.

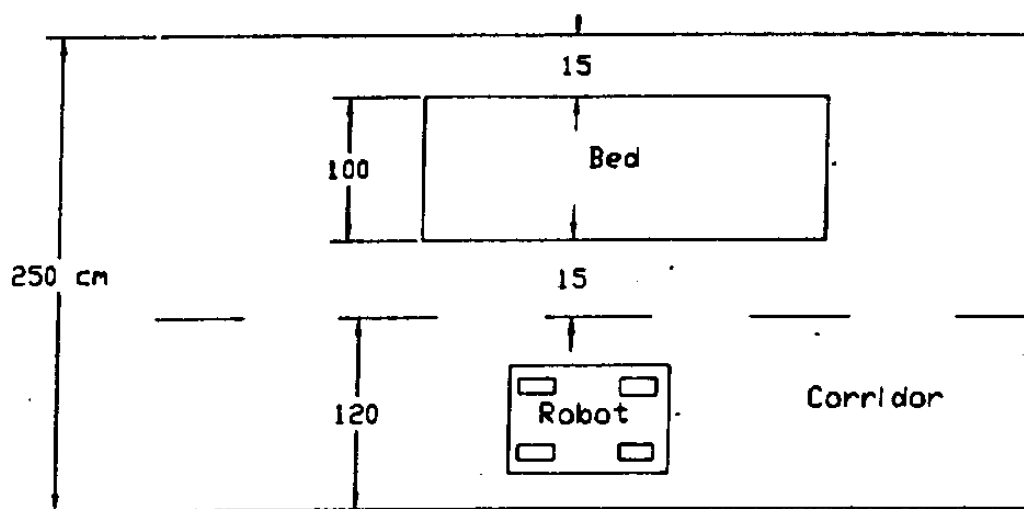


شکل ۴-۱۰: شمایکی از مسیر حرکتی روبات در یک طبقه از بیمارستان

طبق آنچه در شکل ۴-۱۰ مشاهده می شود می توان مسیرهای حرکت روبات را به دو قسمت تقسیم کرد: یک قسمت، مسیر حرکت روبات و قسمت دیگر مسیر حرکت پرسنل بیمارستان. این تقسیم بندی بدین جهت صورت می گیرد که در هنگام حرکت روبات در راهروها نباید تمام عرض راهرو توسط روبات اشغال شود بلکه باید فضایی برای عبور و مرور اشخاص و پرسنل بیمارستان موجود باشد.

همچنین باید عرض روبات بگونه ای باشد که بتوان تخت بیمارستان را که دارای عرض ماکزیمم ۱۰۰ سانتیمتر است را از کنار آن عبور داد. به این ترتیب اگر عرض راهروهای بیمارستان، طبق آنچه در

قبل بیان شد، ۲۵۰ سانتیمتر فرض شود با توجه به شکل (۴-۱۱) فضای باقیمانده برای حرکت روبات از نظر عرضی ۱۲۰ سانتیمتر می باشد.



شکل ۴-۱۱- سازگاری ابعادی روبات با ابعاد راهرو بیمارستان

البته لازم به تذکر است که اگر عرض یک درب متوسط را ۶۰ سانتیمتر در نظر بگیریم (عرض درب اتاق بیماران با توجه به ماکزیمم ابعاد عرض تخت بیماران بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر می باشد ولی در اینجا فرض بر این است که روبات به اتاقهایی که عرض متوسط دریشان ۶۰ سانتیمتر است نیز رفت و آمد می کند) و با توجه به اینکه عرض مسیر حرکت روبات ۱۲۰ سانتیمتر است (شکل ۴-۱۱) بنابراین یک خودروی روباتیکی با عرض کمتر از ۶۰ سانتیمتر و "گوشه به گوشه" طول گردش آن کمتر از ۱۲۰ سانتیمتر مطلوب خواهد بود. البته باید به این نکته توجه کرد که در هنگام تغییر مسیر روبات داخل راهرو ها (مثلا در نقطه A در شکل (۴-۱۰)) به دلیل اینکه روبات بتواند آسانتر و بدون برخورد حول خود بچرخد باید "گوشه به گوشه" طول گردش آن را حدود ۱۰۰ سانتیمتر در نظر گرفت. طبق شکل

(۴-۱۲)

فصل پنجم

انتخاب مکانیزمهای حرکتی روباتهای متحرک بر اساس

ویژگیهای حرکتی یک روبات پرستار بیمارستانی

بنابر آنچه در فصل ۳ گفته شد اولین قدم در ساخت روبات پرستار طراحی و ساخت پایه متحرک روبات می باشد . این پایه متحرک بگونه ای بوده که روبات قادر باشد کلیه مانورهای حرکتی لازم را در محیط بیمارستان انجام داده و بتواند اکثر حرکات لازم برای یک روبات پرستار را در انجام وظیفه تعیین شده در اطراف تخت بیمار برآورده سازد. در این فصل هدف اصلی بیان ویژگیها و پارامترهای حرکتی یک روبات پرستار بیمارستانی است که بر مبنای آن مکانیزم حرکتی روبات باید طراحی و ساخته شود.

۵-۱- ویژگیها و پارامترهای حرکتی روبات پرستار

۵-۱-۱- امکان ساخت

ساخت قطعات مورد نیاز روبات در دانشگاه با توجه به امکانات موجود و تهیه ملزوماتی مانند باتری و موتور از بازار داخلی ، با در نظر گرفتن قیمت مناسب و راندمان مطلوب از مهمترین نکاتی است که در طراحی این روبات مورد توجه قرار داده شده است.

۵-۱-۲ - توانایی حرکت مستقیم و بدون انحراف

بطور کلی می توان محیط بیمارستان را از نظر مسیرهای حرکتی به چند قسمت مختلف تقسیم بندی کرد:

- ۱- مسیرهایی که روبات باید آن را بطور مستقیم طی کند (مثل راهروها).
- ۲- پیچهایی که روبات باید در آن ناحیه تغییر جهت داده و در مسیر دیگری قرار گیرد.
- ۳- اتاقهایی که روبات باید در آنها وارد شده و در کنار تخت بیمار مربوطه قرار گیرد.
- ۴- ورود و خروج از آسانسور های موجود در بیمارستان که رابط بین طبقات می باشد .

با توجه به چهار بند فوق و اینکه بیشتر مسیر حرکتی روبات در محیط بیمارستان را راهروهای مختلف تشکیل می دهند، اولین ویژگی که برای قسمت حرکتی روبات مذکور باید مورد توجه قرار داد، قدرت حرکت مستقیم و بدون انحراف است ، به این معنی که اگر طول میانگین یک راهرو ۱۲ متر فرض شود باید روبات در این فاصله کمتر از حدود ۴ تا ۵ سانتیمتر انحراف داشته باشد و این امر به این دلیل مورد توجه است که روبات با انحراف خود با موانع احتمالی موجود مثل تخت بیمار یا اشخاصی که در راهرو در حال عبور و مرور هستند برخورد ننماید .

همچنین حرکت مستقیم و بدون انحراف باعث می شود که در صورت استفاده از سیستم بینایی برای روبات از تعداد مارکرهایی که (مارکر علامتهایی است که در مسیر حرکتی روبات قرار می دهند تا با سیستم بینایی موجود بر روی آن تعیین مسیر نماید) در مسیر روبات قرار گرفته کاسته شود و همچنین فیدبکهای الکترونیکی یا مکانیکی برای حرکت مستقیم روبات نیز تقلیل یابد و این بدین معنی است که وقتی روبات در راهرویی قرار گرفت که باید مستقیم حرکت کند و چرخهای روبات برای این حرکت مستقیم ، تنظیم شد روبات مذکور بتواند با کمترین خطا این مسیر مستقیم را طی کند و احتیاجی به

کنترل کردن انحراف روبات در هر لحظه و کنترل تغییرات مکانیکی (مثلا چرخش و قرار گرفتن روبات در مسیر) برای صاف شدن روبات (حرکت در مسیر مستقیم) نباشد.

۵-۱-۳- توانایی دور زدن و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر

بادقت کافی

دومین ویژگی که برای قسمت حرکتی روبات باید در نظر گرفت توانایی دور زدن و امکان حرکت از یک مسیر به مسیر دیگر می باشد . با توجه به اینکه راهروهای بیمارستانها تقریباً بر هم عمود هستند (کمتر می توان دو راهرو را دید که زاویه کمتر یا بیشتر از 90° درجه را داشته باشند) روبات باید توانایی چرخش 90° درجه را با دقت کافی داشته باشد ($90^\circ \pm 3^\circ$) همچنین روبات باید قادر باشد چرخش زاویه 180° درجه رانیز با دقت لازم ($180^\circ \pm 3^\circ$) انجام دهد. این امر به هنگام خروج و ورود به آسانسور نیز کاملاً مشهود است.

با در نظر گرفتن این دو ویژگی (حرکت مستقیم و چرخش با دقت کافی) در طراحی روبات تقریباً دیگر حرکات روبات از جمله عبور و خروج از درب اتاق و همچنین قرار گرفتن در جلوی تخت بیماران به سهولت امکان پذیر است .

۵-۱-۴- توانایی دور زدن و قدرت قرار گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با کمترین

فضای اشغالی

به دلیل اینکه فضای حرکتی در اتاق بیمار محدود می باشد و همچنین باید روبات کمترین فضا را در حرکت خود در راهروهای بیمارستان اشغال کرده و بتواند در آسانسور جهت یابی مناسب و لازم را انجام دهد روبات باید قادر باشد در هنگام چرخش و جهت گیری کمترین فضای حرکتی را داشته باشد

ایده آل ترین حالت آن است که روبات حول مرکز هندسی خود چرخیده و در نتیجه فضای حرکتی روبات به دایره ای به مرکز هندسی و شعاع نصف "گوشه به گوشه" طول گردش روبات (قطر روبات) محدود شود و روبات بتواند جهت گیری لازم را با کمترین فضای حرکتی انجام دهد. این امر به هنگامی که روبات در کنار تخت بیمار قرار دارد از اهمیت خاصی برخوردار است .

5-1-5 - در نظر گرفتن راندمان کاری با توجه به انرژی مصرفی مشخص

انتخاب باتری مناسب یکی از پارامترهای مهمی است که باید در طراحی بخش مکانیکی روبات مورد توجه قرار بگیرد. باتری باید از آمپرساعت بالا (برای زمان کاری روبات) و وزن و حجم کم (به علت کمبود فضا در روبات و همچنین کم کردن وزن روبات) برخوردار باشد. به علت عدم تنوع باتری در بازار ایران ، تصمیم بر آن شد که قبل از طراحی روبات ، بررسیهایی در زمینه مکانیزمهای روباتهای متداول انجام گیرد تا مکانیزمی طراحی گردد که دارای کمترین توان تلف شده باشد که بتوان از باتری با آمپرساعت پایین تر و در نتیجه حجم و وزن کمتر استفاده نمود.

با توجه به اینکه در روباتهای موبایل از موتورهای DC استفاده می شود برای یک موتور DC (با فرض ایده آل بودن) داریم :

$$\tau\omega = VI \quad (1-5)$$

در این رابطه ، V : ولتاژ دو سر موتور (ولت) ، I : جریان کشیده شده از باتری توسط موتور (آمپر)

، ω : سرعت زاویه ای موتور (Rad/s) و τ : گشتاور تولید شده توسط موتور (N.m) می باشد .

با التفات به فرمول 1-5 برای یک ولتاژ و سرعت زاویه ای ثابت ، هر چه گشتاور تولید شده توسط

موتور کمتر باشد ، جریان مصرفی آن و در نتیجه جریانی که از باتری کشیده می شود کمتر است .

با در نظر گرفتن این پنج ویژگی، قسمت حرکتی روبات، قابل بحث و بررسی و نهایتاً طراحی و ساخت می باشد. در ابتدا چندین مکانیزم متداول در روباتهای متحرک با توجه به ویژگی اول (امکان ساخت) انتخاب و به منظور مقایسه آنها از نظر معیار و ویژگی پنجم، تحلیل دینامیکی و سینماتیکی این مکانیزمها در فصل ششم مورد بحث و بررسی قرار گرفت. نهایتاً در فصل هفتم با توجه به مطالب این فصل و فصل ششم، مقایسه ای بین این مکانیزمها به منظور طراحی بهینه قسمت حرکتی روبات پرستار انجام شده است. در ادامه این فصل فقط به معرفی این مکانیزم ها می پردازیم.

۵-۲- مکانیزمهای حرکتی معمول در روباتهای موبایل

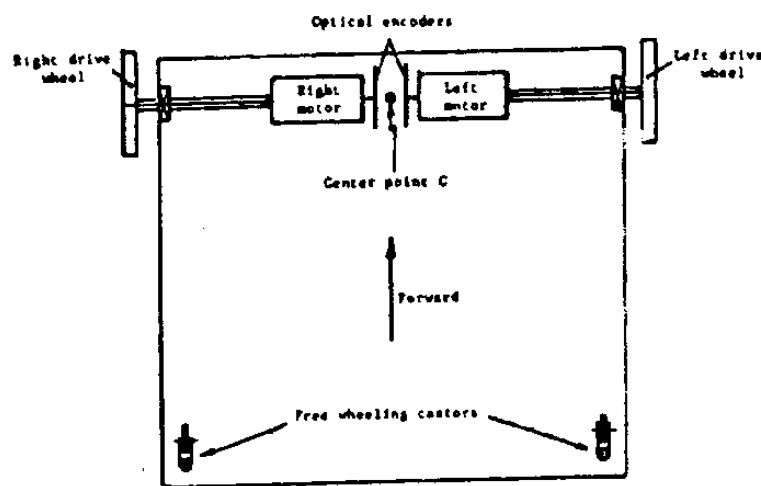
به منظور بررسی این پنج ویژگی و ارزیابی آنها، بر اساس ویژگی اول (امکان ساخت) مکانیزمهای حرکتی مختلف معمول در روباتهای متحرک انتخاب و مورد بحث بررسی قرار گرفت. که در ادامه به طور اجمالی به آن پرداخته شده است.

مکانیزم الف) روباتی با چهار چرخ که هر چرخ آن دارای موتور محرک جداگانه بوده و نسبت به روبات ثابت می باشد (فرمان پذیر نیستند) ساده ترین مکانیزمی است که می توان برای اینگونه روباتها در نظر گرفت. این روبات برای چرخش و جهت یابی مناسب، بصورت سیستم شنی (تانکی) می تواند حول یک نقطه داخل روبات دوران کند و مسیر خود را تغییر دهد.

مکانیزم ب) مکانیزم حرکتی اینگونه روباتها مانند مکانیزم (الف) می باشد، با این تفاوت که دو چرخ عقب روبات محرک نیستند و فقط دوچرخ جلو داری موتور بوده و روبات می تواند با مخالف چرخیدن جهت چرخش واحدهای جلوی روبات حول نقطه ای داخل روبات دوران کند.

اشاره به این نکته لازم است که دو مکانیزم بیان شده در فوق، کاربرد بسیار کمی در روباتهای متحرک دارند و این دو سیستم حرکتی، به منظور کامل بودن بحث و نتیجه گیری دقیقی از مقایسه بین مکانیزمهای مختلف، آورده شده اند.

مکانیزم ج) اینگونه روباتها همانند روباتهای گروه (ب) بوده بطوریکه دو چرخ جلو محرک و فرمان ناپذیر بوده ولی بجای چرخ در عقب روبات از یک یا دو چرخ هرزگرد^۱ استفاده شده است. نمونه ای از این مکانیزم در شکل (۱-۵) نمایش داده شده است. [۳]

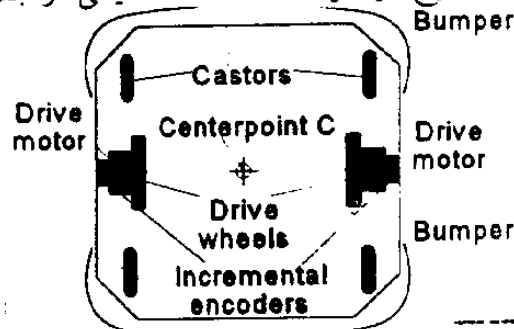


شکل ۱-۵- سیستم حرکتی یک روبات متحرک دو چرخ محرک فرمان ناپذیر در جلو و دو چرخ هرز گرد در عقب روبات

مکانیزم د) در این روباتها دو چرخ جلوی روبات علاوه بر محرک بودن، فرمان پذیر بوده و در عقب روبات از یک یا دو چرخ هرزگرد استفاده می شود [۱۰].

^۱ castor

مکانیزم (ه) در این نوع مکانیزمهای حرکتی از دو چرخ محرک فرمان ناپذیر در وسط روبات و چهار چرخ هرزگرد، در چهار گوشه روبات استفاده می شود (شکل ۵-۲) [۱۱] همچنین در بعضی از روباتها چهار چرخ هرزگرد به دو چرخ هرزگرد خلاصه شده که یکی در جلو و یکی در عقب روبات

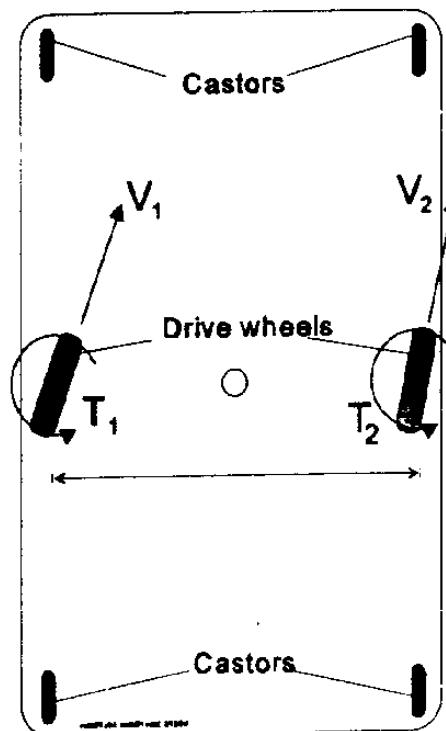


قرار دارد.

شکل ۵-۲- سیستم حرکتی یک روبات متحرک با دو چرخ محرک فرمان ناپذیر در وسط

و چهار چرخ هرزگرد در اطراف روبات

مکانیزم (و) همان مکانیزم (ه) می باشد با این تفاوت که دو چرخ محرک فرمانپذیر می باشد.



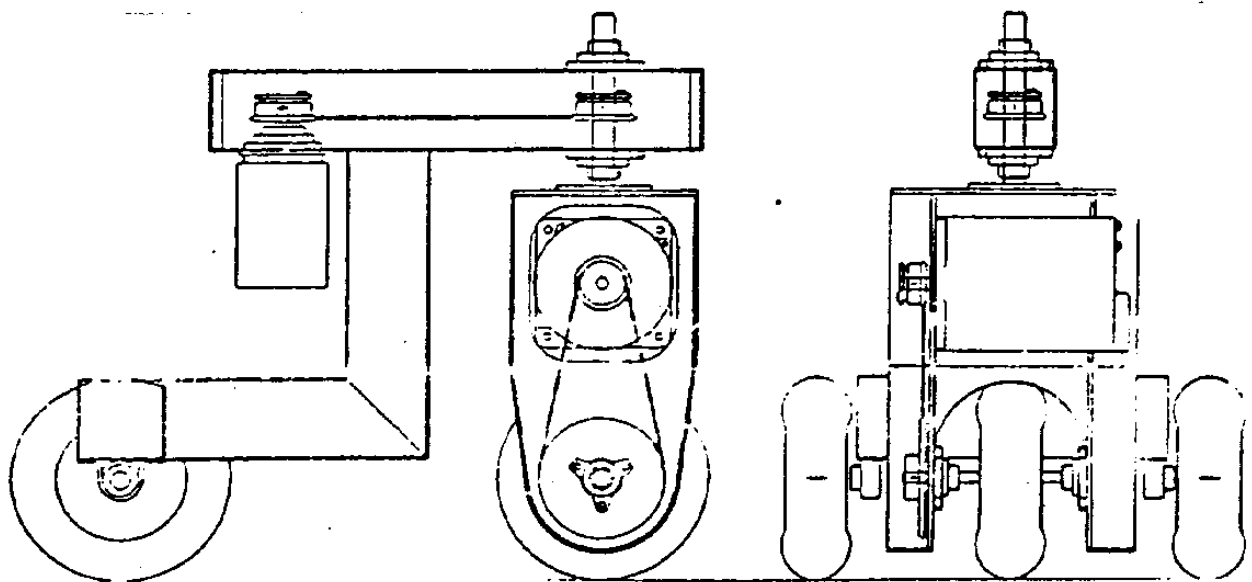
(شکل ۵-۳) [۱۱]

شکل ۵-۳- سیستم حرکتی یک روبات متحرک با دو چرخ محرک و فرمانپذیر

در وسط و چهار چرخ هرزگرد در اطراف روبات

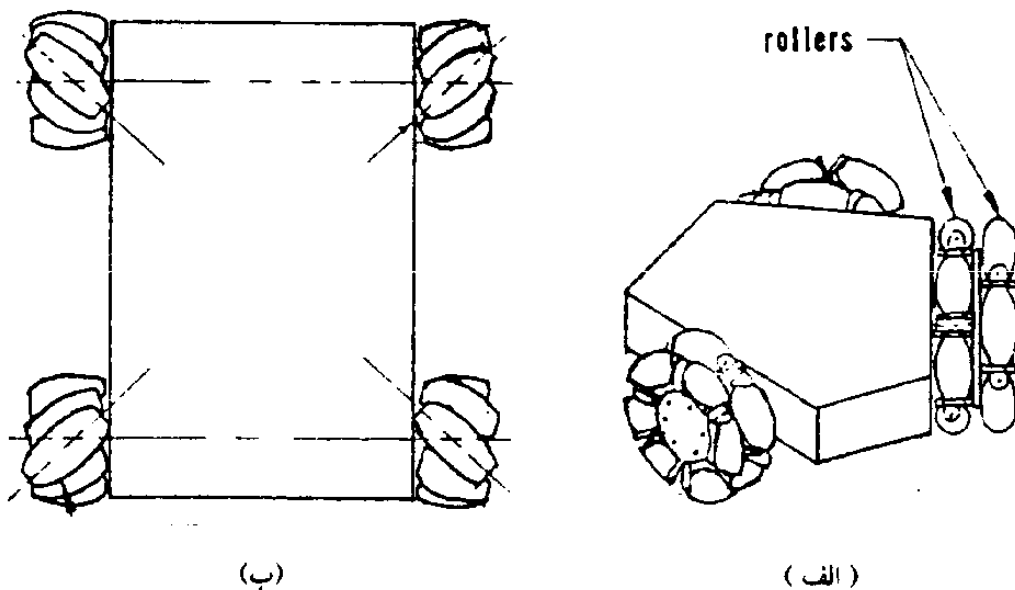
مکانیزم (ز) این نوع روبات دارای سه چرخ می باشد که چرخ جلو محرک و فرمانپذیر و دو چرخ

عقب محرک نیستند. (شکل ۵-۴) [۱۲]

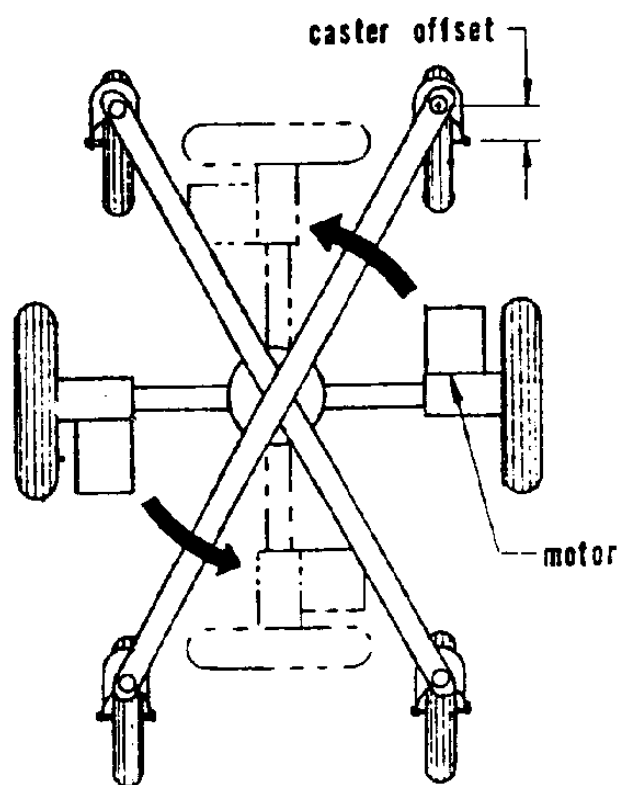


شکل ۵-۱- سیستم حرکتی یک روبات متحرک با سه چرخ ، یک چرخ
محرك و فرمانپذیر در جلو و دو چرخ غیر محرك در عقب روبات

مکانیزم ح) مکانیزمهای همه جهته^۱ یک دسته دیگر از سیستمهای حرکتی می باشند که در روباتهای متحرک کاربرد زیادی دارند. این نوع مکانیزمها اساسا طوری طراحی شده اند که روبات بتواند در هر جهت حرکت کرده و مانورهای لازم را داشته باشد. چند نمونه از این مکانیزمها در شکل (۵-۵) آمده است [۱۳].



^۱ omni- directional



(ج)

شکل ۵-۵- سیستم حرکتی همه جهته (omni-directional)

الف) طراحی سه چرخه

ب) طراحی چهار چرخه

ج) طراحی یک سیستم با فرمان چرخشی

در نتیجه بر اساس ویژگیهای مطرح شده برای قسمت حرکتی یک روبات پرستار مقایسه ای بین این ۸ مکانیزم در فصل هفتم انجام می شود. همچنین همانطور که بیان شد در فصل ششم تحلیل سینماتیکی و سینماتیکی این مکانیزمها، برای دستیابی به کمترین توان تلفاتی با یک انرژی مشخص (معیار پنجم) آورده شده است.

فصل ششم

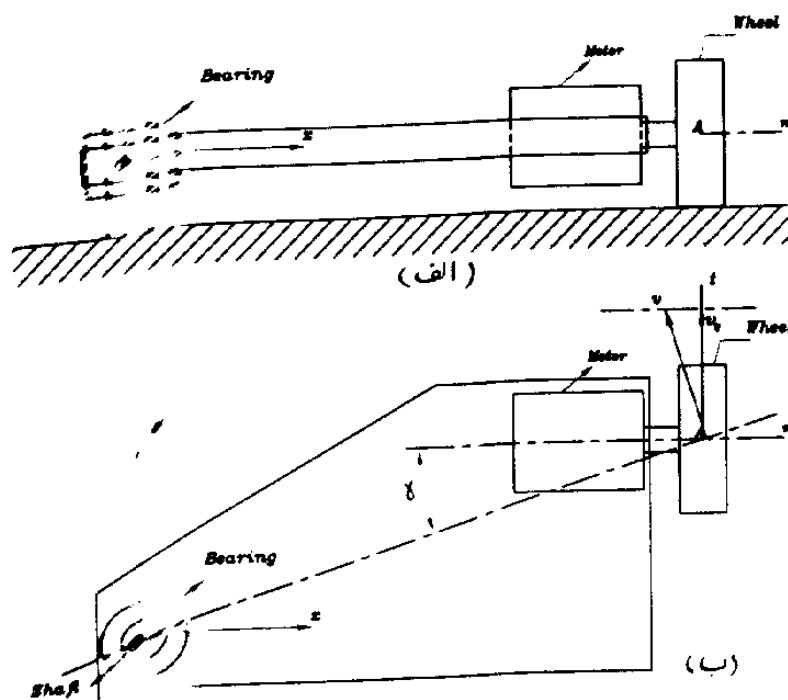
**تحلیل دینامیک و سینماتیک مکانیزمهای مختلف روباتهای متحرک به منظور
دستیابی به بهترین راندمان کاری**

در فصل ۵، هشت نوع مکانیزم مختلف که در سیستم حرکتی روباتهای موبایل مورد استفاده قرار می گیرد عنوان شد. برای مقایسه این مکانیزمها از نظر معیار پنجم (راندمان کاری با توجه به انرژی مشخص) که هدف اصلی در این فصل به شمار می آید، تحلیل دینامیکی هر یک از این مکانیزمها لازم بود تا بتوان از طریق این تحلیلهای سینتیکی، توان مصرفی لازم برای هر سیستم حرکتی را تحت شرایط یکسان محاسبه کرد. در این فصل، به دلیل جامع تر بودن تحلیل دینامیکی مکانیزمهای (الف) و (ب) نسبت به مکانیزمهای دیگر، در ابتدا به تحلیل سینماتیک و سینتیک این دو سیستم حرکتی پرداخته شده و در ادامه فصل این تحلیل دینامیکی برای مکانیزمهای دیگر انجام شده است.

همانطور که عنوان شد هر دو مکانیزم (الف) و (ب) دارای چهار چرخ مجزا از هم بوده و فقط تفاوتشان در تعداد چرخهای محرکشان می باشد، بطوریکه در مکانیزم (الف)، چهار چرخ محرک و در مکانیزم (ب) فقط دو چرخ جلو محرک است و دو چرخ عقب روبات محرک نمی باشد. همچنین تحلیلهای سینتیک و سینماتیک این دو مکانیزم در مورد چرخش حول یک نقطه داخل روبات انجام شده است که این چرخش در حالتی است که روبات می خواهد از یک مسیر به یک مسیر دیگر تغییر جهت دهد. در این حالت بیشترین نیروها به روبات وارد شده و توان مصرفی ماکزیمم می باشد و اگر مقایسه بین مکانیزمها بر این مبنا انجام شود، مقایسه کل حرکات دیگر مانند حرکت مستقیم به راحتی قابل توجیه می باشد. به طور مثال در حرکت مستقیم روبات، نیروی اصطکاک وارد بر چرخها فقط اصطکاک غلتشی بوده و در راستای چرخ می باشد و در صورتی که در حرکت چرخشی روبات هم غلتش و هم لغزش در محل تماس چرخ با زمین وجود داشته و راستای نیروی اصطکاک در راستای چرخ نمی باشد.

۶-۱- تحلیل سینماتیکی یک چهارم رویات

به منظور دستیابی به تحلیل آسانتر و دقیقتر مکانیزمهای (الف) و (ب) در ابتدا مکانیزم یک چرخ و موتور که می تواند حول یک نقطه دوران کرده و همچنین آن را می توان به عنوان یک چهارم رویات در نظر گرفت، مورد بررسی قرار داده شده است. (شکل ۶-۱)



شکل ۶-۱- شماتیکی از یک چهارم رویات الف- تصویر جلو ب- تصویر از بالا

در ابتدا در مورد این مکانیزم موارد زیر فرض شده است.

- ۱- کل سیستم در نقطه O مفصل شده و می تواند حول نقطه O حرکت دور می داشته باشد.
- ۲- محور چرخ در تمام زمان حرکت با امتداد OA زاویه γ را دارد.
- ۳- ضخامت چرخ کم و همچنین چرخ صلب در نظر گرفته شده به طوریکه می توان تماس چرخ با زمین را در یک خط یا حتی در یک نقطه فرض کرد.

۴- دوران کل سیستم حول نقطه O با سرعت زاویه ای ثابت Ω انجام می شود و سیستم دارای شتاب زاویه ای نیست.

۵- مختصات در نظر گرفته شده در نقطه O با امتداد OA زاویه γ را می سازد و این مختصات چسبیده به جسم می باشد (شکل ۱-۶)

۶- مفصل O به صورت یک بلبرینگ می باشد که این بلبرینگ می تواند براحتی روی میله نگهدارنده اش در جهت Z حرکت داشته ، در نتیجه کل سیستم در جهت Z قابلیت جابجا شدن را دارد (این فرض به دلیل پیدا کردن بعضی از نیروها و گشتاور ها در نظر گرفته شده)

۱-۱-۶- بحث سینماتیکی

با توجه به فرض ۴ (سیستم دارای شتاب زوایای نیست) سرعت نقطه A یعنی مرکز چرخ ثابت بوده و با تصویر کردن این سرعت در امتداد t داریم (شکل ۱-۶ ب) :

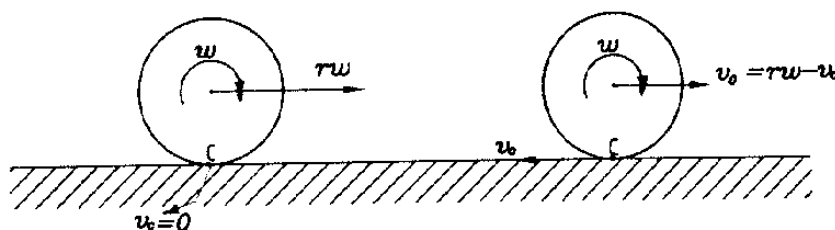
$$v_y = v \cos \gamma. \quad (1-6)$$

که در این رابطه v : سرعت مطلق نقطه A (m/s) ، v_y : سرعت چرخ در امتداد t (m/s) ، زاویه مابین امتداد OA و امتداد n (محور چرخ) می باشد که ثابت است و در تمام مدت زمان حرکت سیستم تغییر نمی کند.

همچنین با توجه به اینکه حرکت کل مکانیزم به واسطه چرخش چرخ بوجود می آید و هیچ نیروی خارجی به این سیستم وارد نمی شود، می توان در مورد سرعت v_y رابطه زیر را نوشت:

$$v_y = r\omega - V \quad (2-6)$$

که در این رابطه r : شعاع چرخ: $\omega, (m)$ سرعت زاویه ای چرخ V (rads/s): سرعت لغزش در امتداد t که در جهت عکس محور y فرض شده است و خود تابعی از چند پارامتر مختلف این سیستم می باشد که در ادامه به آن پرداخته می شود.



شکل ۲-۶- شمایکی از یک دیسک در حال لغزش و غلتش با سرعت زاویه ای ثابت ω

به منظور توجیه دقیقتر رابطه (۲-۶) شکل ۲-۶ را در نظر می گیریم. می دانیم اگر چرخ مورد نظر دارای غلتش محض باشد سرعت مرکز آن برابر $r\omega$ است (که r شعاع چرخ و ω سرعت زاویه ای چرخ می باشد) حال اگر در یک لحظه چرخ دارای لغزش شود به طوریکه سرعت لغزش در خلاف جهت حرکت چرخ باشد آنگاه سرعت مرکز چرخ را می توان از رابطه (۲-۶) محاسبه نمود. این عمل دقیقاً در مورد چرخ این سیستم اتفاق می افتد.

از طرفی می توان نوشت:

$$v = l * \Omega \quad \text{و} \quad \cos \gamma = k / l \quad (۳-۶)$$

که در روابط فوق l : فاصله بین مرکز چرخ تا مرکز دوران $k, (m)$: فاصله عمودی مرکز چرخ از محور دوران در امتداد n (m) و Ω : سرعت زاویه ای کل سیستم (rad/s) می باشد.

با جایگزینی روابط (۳-۶) و رابطه (۲-۶) در رابطه (۱-۶) داریم:

$$k\Omega = r\omega - V \quad (4-6)$$

که میتوان در مورد سرعت زاویه کل سیستم، رابطه (5-6) از رابطه فوق نتیجه گرفت:

$$0 \leq \Omega \leq \frac{r\omega}{k} \quad (5-6)$$

رابطه (5-6) بیان کننده رفتار سرعت زاویه ای کل سیستم نسبت به سرعت زاویه ای چرخ می باشد به طوریکه اگر تابع سرعت لغزشی (V) برابر صفر شود، Ω برابر بیشینه مقدار خود یعنی $\frac{r\omega}{k}$ شده و اگر $V=r\omega$ شود $\Omega=0$ شده که در این حالت در سیستم هیچ گونه چرخش دیده نمی شود. این چنین رابطه ای فقط بیشینه و کمینه مقدار Ω را مشخص می کند.

برای بدست آوردن رابطه ای مستقیم بین Ω و ω باید تابع V در رابطه (4-6) مشخص شود. به منظور حدس زدن تابع V باید پارامترهایی را که این تابع به آن وابسته می باشد، در ابتدا مشخص و بعد تابع مورد نظر را از روی شرایط مرزی پارامترها مشخص کنیم.

الف) زاویه بین محور چرخ و امتداد OA (γ): با توجه به شکل (1-6 - ب) اگر محور چرخ در امتداد OA قرار داده شود ($\gamma = 0$) با فرض سوم در مورد این سیستم (صلب بودن و کم ضخامت بودن چرخ) باید تابع سرعت لغزشی (V) صفر شده و سیستم با ماکزیمم سرعت خود بچرخد و در صورتی که $\gamma = 90$ شود یعنی محور چرخ عمود بر امتداد OA قرار گیرد سرعت زاویه کل سیستم صفر خواهد بود و در این هنگام باید تابع سرعت بیشینه مقدار خود یعنی $r\omega$ را دارا باشد.

ب) نیروی اصطکاک بین چرخ و زمین: نیروی اصطکاک خود وابسته به دو پارامتر ضریب اصطکاک و نیروی عکس العمل سطح می باشد.

۱- ضریب اصطکاک (μ): اگر در هر شرایطی از زاویه $\mu = 0, \gamma$ شود بسايد تابع V برابر بیشینه مقدار خود یعنی $r\omega$ شود و در حقیقت سرعت زاویه کل سیستم برابر صفر گردد و اگر $\mu = \infty$

فرض شود به دلیل اینکه اساساً در این حالت هیچ گونه لغزش اتفاق نخواهد افتاد باید تابع V برابر صفر شود.

۲- نیروی عکس العمل سطح (N): وابستگی این تابع به نیروی عکس العمل سطح مانند وابستگی این تابع به ضریب اصطکاک می باشد به طوریکه اگر این نیرو برابر صفر شود تابع لغزش برابر $r\omega$ و اگر N به سمت بینهایت میل کند باید تابع لغزشی برابر صفر گردد. از طرفی نیروی عکس العمل سطح به نیروهای دینامیکی وارد بر سیستم و جرم کل سیستم (M) وابسته می باشد، در نتیجه می توان تاثیر نیروی عکس العمل سطح را به صورت ضریب $\frac{N}{M \times g}$ در تابع سرعت لغزش (V) وارد کرده به طوریکه اگر $\frac{N}{M \times g}$ به سمت صفر میل کند باید $V = r\omega$ و اگر $\frac{N}{M \times g}$ به سمت بی نهایت میل کند باید $V = 0$ شود. پس به طور کلی وابستگی تابع سرعت لغزشی (V) را با پارامترهای بیان شده می توان به صورت زیر دسته بندی نمود.

$$۱) 0 \leq V \leq r\omega$$

$$۲) \gamma = k\pi \rightarrow V = 0 \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$۳) \gamma = (2k+1)\frac{\pi}{2} \rightarrow V = r\omega \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$۴) \mu = 0 \rightarrow V = r\omega$$

$$۵) \mu = \infty \rightarrow V = 0$$

$$۶) \frac{N}{M \times g} = 0 \rightarrow V = r\omega$$

$$۷) \frac{N}{M \times g} = \infty \rightarrow V = 0$$

حال با توجه به شرایط مرزی بیان شده تابع V را به صورت زیر حدس می زنیم.

حال با توجه به شرایط مرزی بیان شده تابع V را به صورت زیر حدس می زنیم.

در کلیه حالات دیگر

$$V \begin{cases} r\omega(1 - e^{-\frac{M \times g |\tan(\gamma)|}{N\mu}}) \\ r\omega \quad (\mu = \text{or } \frac{N}{M \times g} = 0) \text{ and } (\gamma = (2k+1)\frac{\pi}{2}) \text{ or } \frac{N}{M} = \infty \end{cases} \quad (6-6)$$

با جایگزین این رابطه در روابط (۴-۶) داریم:

$$k\Omega = r\omega - r\omega(1 - e^{-\frac{M \times g |\tan(\gamma)|}{N\mu}})$$

$$k\Omega = r\omega e^{-\frac{M \times g |\tan(\gamma)|}{N\mu}} \quad (7-6)$$

$$\Omega = \frac{r\omega}{k} e^{-\frac{M \times g |\tan(\gamma)|}{N\mu}} \quad (8-6)$$

که رابطه آخر بیان کننده ارتباط بین سرعت دورانی کل سیستم و سرعت دورانی چرخ می باشد.

۶-۱-۲- بحث سینتیکی

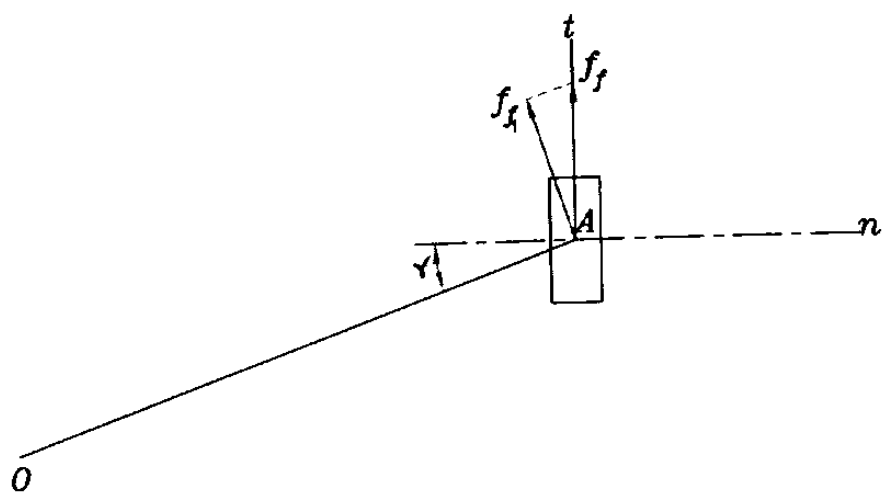
درابتدا به منظور تحلیل آسانتر و دقیق تر سینتیک این سیستم ، تغییرات جهت نیروی اصطکاک مورد بحث و بررسی قرار داده شده ودر ادامه ، تحلیل نیرویی دقیقی از این مکانیزم انجام شده است.

فرض می کنیم سیستم در آستانه حرکت قرار دارد، در نتیجه در لحظه شروع حرکت ($t=0$) می توان مجموعه چرخ و موتور را نسبت به کل سیستم به عنوان یک مجموعه مجزا فرض کرد به طوریکه جهت نیروی اصطکاک در امتداد t قرار داشته (شکل ۶-۳) و تصویر مولفه ای از نیرو اصطکاک در جهت عمود بر OA (f_{r1}) باعث شتاب گرفتن سیستم می شود. در لحظات بعدی ($t \neq 0$) جهت نیروی اصطکاک عوض شده از امتداد t به امتداد n نزدیک می شود (به دلیل شتاب زاویه ای کند شونده مولفه f_{r1} باید در طول زمان کوچکتر شود). (شکل ۶-۴) این تغییر جهت تا هنگامیکه سیستم دارای شتاب زاویه ای است ادامه دارد تا بعد از طی مدت زمانی ($t = t_1$) سرعت زاویه ای سیستم ثابت شده و برابر Ω می گردد. در این حالت نیروی اصطکاک نسبت به امتداد n در زاویه β قرار می گیرد (شکل ۶-۵). مولفه ای از نیروی اصطکاک که هنوز در جهت عمود بر OA وجود خواهد داشت، به دلیل تعمیم گشتاور لازم برای غلبه بر نیروی اصطکاک مفصل O بوده به طوریکه می توان نوشت:

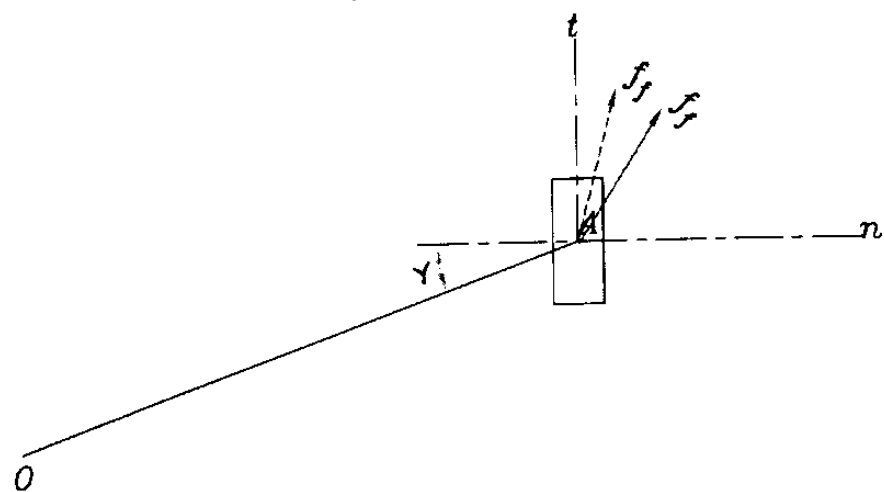
$$f_r \sin(\beta - \gamma) \times o\bar{A} = M_o \quad (9-6)$$

که در این رابطه M_o : گشتاور مقاوم در مفصل $F_r(N.m)0$: نیروی اصطکاک بین چرخ و زمین (N) می باشد.

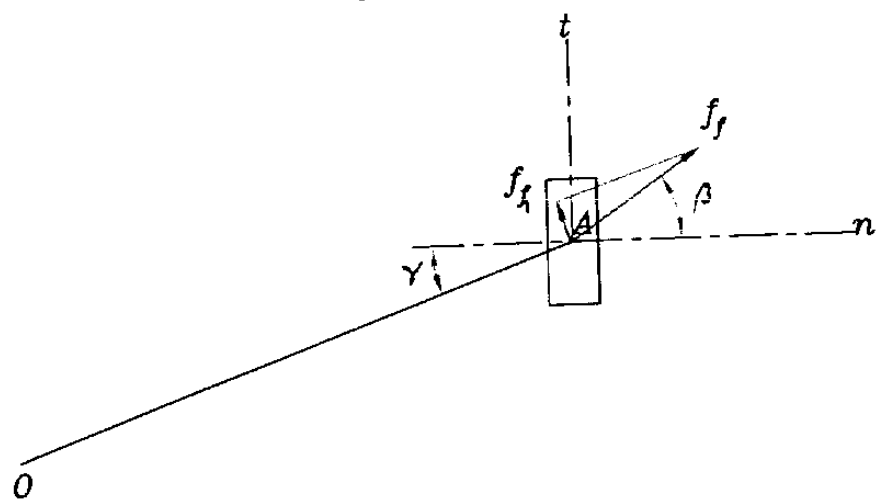
حال اگر مفصل O را ایده آل در نظر بگیریم ($M_o = 0$) در حالتی که سیستم دارای شتاب زاویه ای نباشد از معادله (۹-۶) زاویه β برابر γ نتیجه شده و نیروی اصطکاک در امتداد OA قرار خواهد گرفت.



شکل ۳-۶ - جهت نیروی اصطکاک در $t=0$



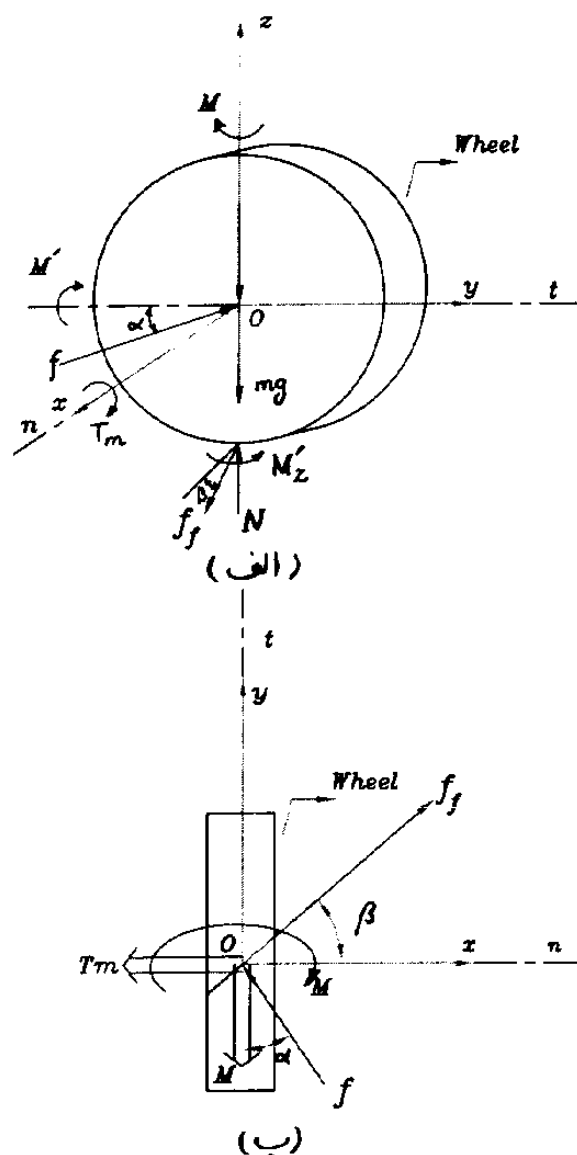
شکل ۴-۶ - جهت نیروی اصطکاک در $0 \leq t \leq t_1$



شکل ۵-۶ - جهت نیروی اصطکاک در $t > t_1$

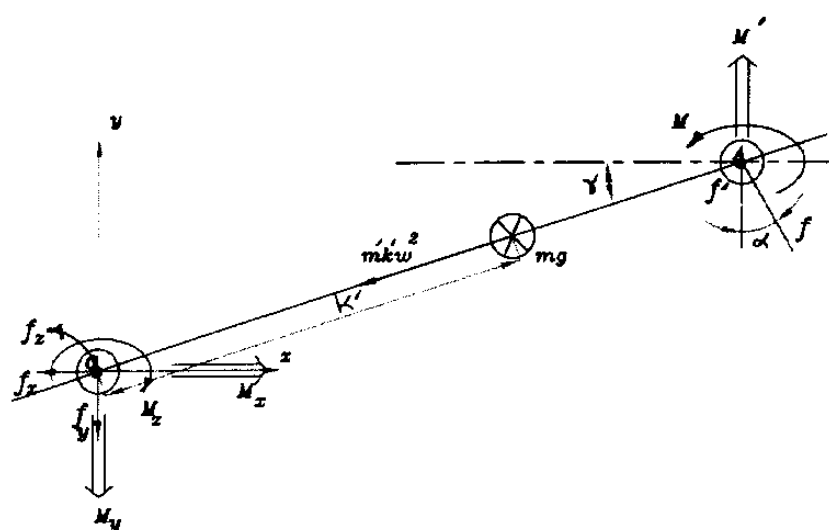
(ب) تحلیل نیرویی سیستم به منظور دستیابی به توان مصرفی موتور

به دلیل اینکه یک قسمت از این سیستم دارای دو حرکت دورانی مختلف در دو جهت متفاوت می باشد (چرخ دارای یک حرکت دورانی حول مرکز خود و یک حرکت دورانی حول مفصل O می باشد) تحلیل سینتیکی آن به صورت یک جسم آزاد (یک مجموعه قرار دادن کلیه اجزاء) امکان پذیر نبوده و یا دارای تحلیل‌های پیچیده دینامیکی است. بدین منظور با در نظر گرفتن چرخ به عنوان یک جسم آزاد و همچنین کل سیستم به جز چرخ به عنوان جسم آزاد دوم مسئله را حل می کنیم.



شکل ۶-۶- دیاگرام آزاد چرخ الف) تصویر سه بعدی ب) تصویر از بالا

در شکل (۶-۶) دیاگرام آزاد چرخ به دو صورت سه بعدی (شکل ۶-۶-الف) و تصویر از بالا (شکل ۶-۶-ب) همراه با کلیه نیروهای وارد بر آن ترسیم شده است. همچنین در شکل (۶-۷) دیاگرام آزاد بقیه سیستم نشان داده شده که برای آسان بودن درک مسئله به صورت یک میله ارتباط دهنده از وسط چرخ تا مفصل O و همچنین مرکز جرمی در روی میله مدل شده است و نیروها و گشتاورهای وارد از طرف چرخ به شافت موتور در نقطه A (محل اتصال چرخ با شافت موتور) قرار داده شده است.



شکل ۶-۷- دیاگرام آزاد مدل شده کل سیستم بجز چرخ (تصویر از بالا)

لازم به ذکر است که M'_z ، گشتاور بین زمین و چرخ در جهت z بوده که به علت فرض صلب بودن و کم ضخامت بودن چرخ در معادلات برابر با صفر در نظر گرفته شده است.

در نتیجه با در نظر گرفتن شکل (۶-۶) سه معادله نیرو در جهت x, y, z را در مورد چرخ می توان به صورت زیر نوشت:

$$-F \sin \alpha + f_f \cos \beta = -m l \Omega^2 \cos \gamma \quad (۹-۶)$$

$$F \cos \alpha + f_f \sin \beta = -m l \Omega^2 \sin \gamma$$

$$N = mg + f'$$

که در این روابط γ : زاویه بین امتداد OA با محور چرخ، Ω : سرعت زاویه ای کل سیستم $m, (rad/s)$: جرم چرخ $\beta, (kg)$: زاویه نیروی اصطکاک با امتداد n, α : زاویه نیروی وارد بر مرکز چرخ در صفحه $n-t$ با امتداد f, t : نیروی وارد بر مرکز چرخ در صفحه $n-t$ $f'(N)n-t$: نیروی وارد بر مرکز چرخ در امتداد عمود بر صفحه $(N)n-t$ می باشد.

به منظور نوشتن سه معادله گشتاور، به دلیل اینکه چرخ دارای دو سرعت زاویه ای مختلف در دو جهت مختلف می باشد باید از روابط اولر استفاده نمود.

تبصره: اگر دو شرط زیر در مورد مختصات در نظر گرفته شده برای جسم صادق باشد آنگاه می توان روابط اولر را به صورت معادلات (۶-۱۰) نوشت:

شرط اول: مختصات $x-y-z$ محورهای اصلی گذرنده از مرکز جرم جسم باشند.

شرط دوم: دستگاه مختصات $x-y-z$ به جسم چسبیده باشند.

روابط اولر:

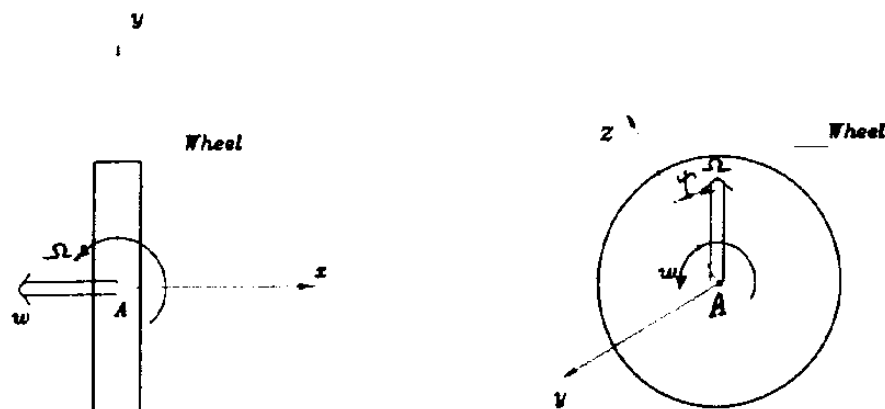
$$M_x = I_x \dot{\omega}_x - (I_y - I_z) \omega_y \omega_z \quad (۶-۱۰)$$

$$M_y = I_y \dot{\omega}_y - (I_z - I_x) \omega_z \omega_x$$

$$M_z = I_z \dot{\omega}_z - (I_x - I_y) \omega_x \omega_y$$

همانطور که در شکل (۶-۶) مشاهده می شود مختصات در نظر گرفته شده دو شرط فوق را برآورده می سازد و روابط (۶-۱۰) برای چرخ می تواند صادق باشد. از طرفی گفته شد که چرخ مورد نظر دارای یک سرعت زاویه ای در خلاف جهت محور x و همچنین سرعت زاویه ای در جهت عمود بر

زمین در راستای شعاع چرخ (Ω) می باشد و در نتیجه می توان دیاگرام سرعت زاویه ای چرخ را به صورت شکل (۸-۶) نشان داد و با توجه به اینکه $\psi = \omega$ می توان نوشت:



شکل ۸-۶- دیاگرام سرعت زاویه ای چرخ (الف) تصویر از بالا (ب) تصویر از چپ

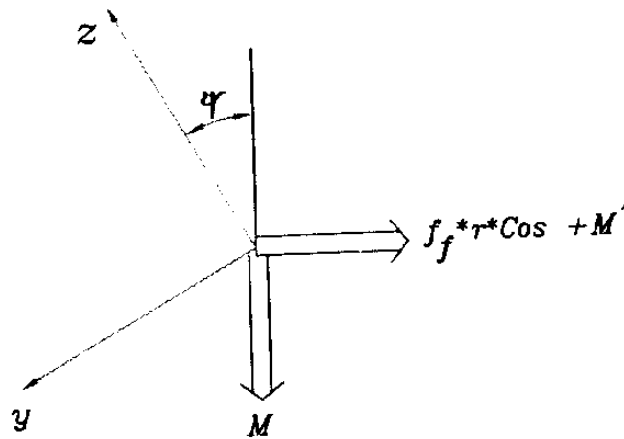
$$\omega_x = -\omega \quad \omega_x = 0 \quad (11-6)$$

$$\omega_y = -\Omega \sin \psi \quad \omega_y = -\omega \Omega \cos \psi$$

$$\omega_z = \Omega \cos \psi \quad \omega_z = -\omega \Omega \sin \psi$$

حال اگر روابط (۱۱-۶) را با توجه به اینکه $I_y = I_z = \frac{I_x}{2}$ در روابط (۱۰-۶) قرار دهیم داریم:

$$\begin{aligned} M_x &= 0 \\ M_y &= -I_x \omega \Omega \cos \psi \\ M_z &= -I_x \omega \Omega \sin \psi \end{aligned} \quad (12-6)$$



شکل ۹-۶- دیاگرام برداری گشتاور های وارد بر چرخ در صفحه (z-y)

همچنین با در نظر گرفتن دیاگرام گشتاوری برای سیستم چرخ مطابق شکل (۹-۶) می توان روابط (۱۲-۶) را به صورت زیر کامل کرد:

$$f_f \sin \beta \times r = T_m \quad (۱۳-۶)$$

$$(M' + f_f \times r \times \cos \beta) \cos \psi - M \sin \psi = I_x \omega \Omega \cos \psi, \psi = \omega t$$

$$(M' + f_f \times r \times \cos \beta) \sin \psi + M \cos \psi = I_x \omega \Omega \sin \psi, \psi = \omega t$$

که در این معادلات: r : شعاع چرخ $T_m, (m)$: گشتاور موتور $M, (N.m)$: گشتاور وارد بر مرکز چرخ در جهت عمود بر صفحه $M', (N.m)n-t$: گشتاور وارد بر مرکز چرخ در جهت $\psi, (N.m)t$: زاویه چرخش چرخ I_x : عمان اینرسی چرخ در جهت $x (kgm^2)$ می باشد.

همچنین می توان ۶ معادله نیرو و گشتاور برای جسم آزاد دوم (کل سیستم بجز چرخ) را باتوجه به شکل (۷-۶) به صورت زیر بیان کرد.

$$-f_x + f \sin \alpha = -m'k'\Omega^2 \cos \gamma \quad (۱۴-۶)$$

$$F_y + f \cos \alpha = m'k'\Omega^2 \sin \gamma$$

$$f_x + f' = m'g$$

$$F'l \sin \gamma - M_x = 0$$

$$M - f \cos(\gamma - \alpha) \times l - M_z =$$

$$M' - f'l \cos \gamma - M_y = 0$$

که در معادلات فوق f_x, f_y, f_z : نیروهای وارد بر مفصل ۰ در جهت x, y, z ، m' : جرم کل سیستم بجز چرخ (kg) ، k' : فاصله مرکز جرم سیستم از نقطه (m) د M_x, M_y, M_z : گشتاورهای وارد بر مفصل ۰ در سه امتداد x, y, z (N.m) می باشد.

در این قسمت دو پارامتر M_z و f_z را باتوجه به فرض ۶ (قرار دادن بلبرینگ در نقطه ۰ به عنوان مفصل) بدست می آوریم.

M_z : گشتاور مقاوم در مفصل ۰ می باشد که می توان آن را ثابت یا بر حسب پارامترهای مجهول مسئله بدست آورد. این گشتاور مقاوم برای بلبرینگ از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$M_z = \mu \times f_b \times r \quad (۱۵-۶)$$

که در این رابطه μ : ضریب اصطکاک غلتشی در بلبرینگ، f_b : نیروی شعاعی وارد بر بلبرینگ و r : شعاع میانگین چرخش (m) می باشد.

نیروی شعاعی وارد بر بلبرینگ را می توان از $f_b = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ محاسبه نمود. سپس می توان نوشت.

$$M_i = \mu \times \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \times r \quad (16-6)$$

که در این معادله f_x و f_y نیروهای وارد بر بلبرینگ در صفحه x-y بوده که جزء مجهولات مسئله می باشد.

در نتیجه M_i را میتوان در معادلات (14-6) به صورت معادله (16-6) وارد کرد و یا به دلیل کوچک بودن ضریب اصطکاک μ (حدود 0/02) می توان آن را برابر صفر فرض کرد.

- f_z : نیروی وارد بر بلبرینگ در امتداد z می باشد که به دلیل فرض 5 در مورد این مسئله خاص برابر اصطکاکی است که بین ساچمه های بلبرینگ و میله نگهدارنده آن بوجود می آید و از فرمول زیر محاسبه می گردد.

$$f_z = \mu \times N \quad (17-6)$$

که μ : ضریب اصطکاک بین ساچمه های بلبرینگ و میله نگهدارنده و N : نیروی عکس العمل سطح (N) می باشد.

با جایگزینی $N = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ در معادله (17-6) می توان نوشت:

$$f_z = \mu \times \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (18-6)$$

که در این رابطه f_x و f_y نیروهای وارد بر بلبرینگ در صفحه x-y بوده که جزء مجهولات مسئله می باشد.

f_z را هم می توان به دلیل کوچک بودن μ ، در معادلات برابر با صفر فرض کرد.

به منظور یک نتیجه گیری جامع و کلی از حل این مسئله ، ۱۳ معادله عنوان شده (معادله (۷-۶) و دسته معادلات (۹-۶) و (۱۳-۶) و (۱۴-۶)) در این بخش در زیر آورده شده است.

(۱۸-۶)

$$۱) \quad k\Omega = r\omega e^{-\frac{M \times g |\tan(\gamma)|}{N\mu}}, M = m + m'$$

$$۲) \quad -f \sin \alpha + f_f \cos \beta = -ml\Omega^2 \cos \gamma$$

$$۳) \quad f \cos \alpha + f_f \sin \beta = -ml\Omega^2 \sin \gamma$$

$$۴) \quad N = my + f'$$

$$۵) \quad f_f \sin \beta \times r = T_m$$

$$۶) \quad (M' + f_f \times r \times \cos \beta) \cos \psi - M \sin \psi = I_x \omega \Omega \cos \psi, \psi = \omega t$$

$$۷) \quad (M' + f_f \times r \times \cos \beta) \sin \psi + M \cos \psi = I_x \omega \Omega \sin \psi, \psi = \omega t$$

$$۸) \quad -f_x + f \sin \alpha = -m'k'\Omega^2 \cos \gamma$$

$$۹) \quad f_x + f \cos \alpha = m'k'\Omega^2 \sin \gamma$$

$$۱۰) \quad f_z + f' = m'g$$

$$۱۱) \quad f' \times l \times \sin \gamma - M_x = 0$$

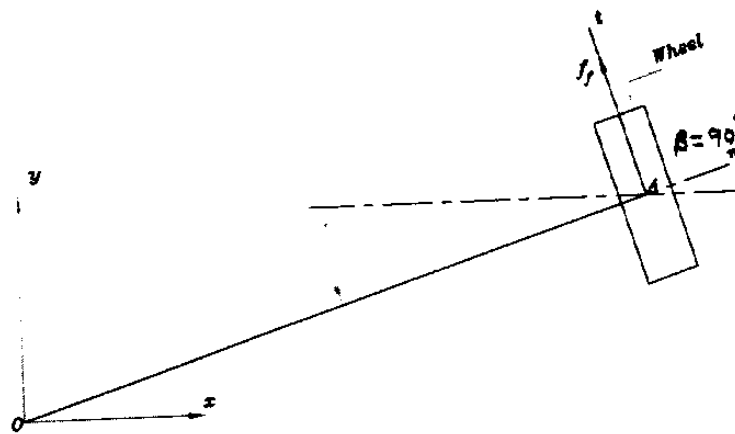
$$۱۲) \quad M - f \cos(\gamma - \alpha) \times l - M_z = 0$$

$$۱۳) \quad M' - f' \times l \times \cos \gamma - M_y = 0$$

حل این دسته از معادلات در دو حالت انجام پذیر می باشد.

حالت اول: $\gamma = 0$

در این حالت محور چرخ در راستای OA قرار گرفته و چرخ دارای لغزش نمی باشد و غلتش محض دارد. در نتیجه اصطکاک در راستای چرخ یعنی امتداد t قرار گرفته و زاویه β برابر 90° درجه می شود (شکل ۶-۱۰). بنابراین ۱۴ مجهول $(\Omega, \omega, M_y, M_x, f_f, f_x, f_y, f, \alpha, N, f', M', M, T_m)$ را خواهیم داشت.



شکل ۶-۱۰ - جهت نیروی اصطکاک در حالت $\gamma = 0$ تصویر از بالا

حال اگر یک ورودی به این دسته معادلات وارد شود مانند T_m (گشتاور موتور) یا Ω (سرعت زاویه ای کل سیستم) یا ω (سرعت دورانی چرخ) بقیه مجهولات مسئله قابل محاسبه می شود و چون در این بحث هدف محاسبه گشتاور موتور با توجه به یک سرعت زاویه ای ثابت برای کل

سیستم می باشد با وارد کردن Ω در این معادلات می توانیم گشتاور موتور (T_m) را در حالت پایداری سیستم (سیستم بدون شتاب زاویه ای) بدست آوریم.

حالت دوم: $\gamma \neq 0$

در این حالت چرخ هم دارای لغزش بوده و هم غلتش دارد و در نتیجه نیروی اصطکاک برابر μN می باشد، که μ ضریب اصطکاک بین چرخ و زمین است که جزء پارامترهای مشخص معادلات می باشد و N هم نیروی عکس العمل سطح است که خود از پارامترهای مجهول در نظر گرفته شده است. بنابراین ۱۴ مجهول ($\Omega, \omega, M_y, M_x, f_x, f_y, f, \beta, \alpha, N, f', M', M, T_m$) را خواهیم داشت. برای بدست آوردن این مجهولات در ادامه مانند حالت اول عمل می کنیم به طوریکه با وارد کردن سرعت زاویه ای Ω دیگر مجهولات را بدست می آوریم.

۶-۲- سینیتیک و سینماتیک روباتی با چهار چرخ محرک (دارای موتور) و غیر

فرمانپذیر (مکانیزم (الف) عنوان شده در فصل ۵)

هدف از این تحلیل بدست آوردن گشتاور مورد نیاز موتورها برای چرخش روبات به صورت سیستم تانکی (شنی) می باشد.

در ابتدا فرضیات زیر در نظر گرفته شده است.

- ۱- چرخش روبات حول نقطه ای مشخص و ثابت انجام شده بطوریکه در مدت زمان چرخش روبات این مرکز دوران ثابت بوده و مختصات آن نسبت به یک مختصات ثابت دارای سرعت و شتاب نیست.

۲- چرخش روبات با سرعت زاویه ای ثابت Ω انجام شده و سیستم دارای شتاب زاویه ای نیست.

۳- ضخامت چرخ کم و همچنین چرخ صلب در نظر گرفته شده به طوریکه می توان تماس چرخ را در یک خط یا حتی در یک نقطه فرض کرد.

۴- مرکز جرم روبات روی محور طولی روبات قرار دارد.

۶-۲-۱- سینماتیک روبات

با توجه به اینکه محور چرخها همدیگر را در یک نقطه مشخص قطع نمیکنند و روبات مرکز دوران مشخص از لحاظ دینامیکی ندارد، می توان مرکز دوران مشخص را برای روبات بوجود آورد که این مرکز دوران با توجه به آنچه در بخش (۶-۱) به آن پرداخته شد، به پارامترهای مختلفی از جمله ضریب اصطکاک، جرم روبات، محل مرکز جرم روبات، سرعت زاویه ای هر چرخ و ... وابسته است. از طرفی چون روبات دارای چهار چرخ محرک (دارای موتور) بوده و همچنین فرضهای اول و دوم در مورد این روبات (مرکز دوران ثابت و مشخص و سرعت زاویه ای ثابت) هر چرخ از روبات و قسمتی از شاسی را می توان به عنوان سیستم مورد بحث در بخش (۶-۱) همین فصل در نظر گرفت. این بدین معنی است که می توان روبات را به چهار قسمت جداگانه مدل کرد به طوریکه برای سینماتیک هر قسمت رابطه (۶-۷) صادق است و با توجه به شکل (۶-۱۱) می توان نوشت.

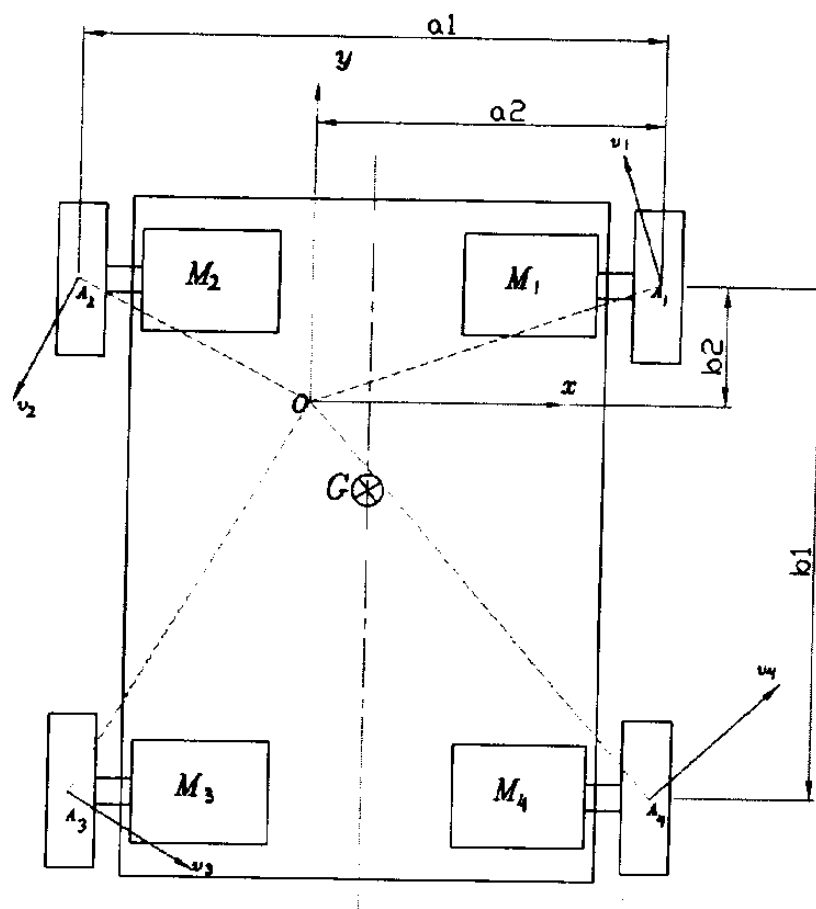
$$a_2 \times \Omega = r \times \omega_1 \times e \frac{-M \times g (\frac{b_2}{a_2})}{N_1 \times \mu} \quad (۶-۱۹)$$

$$(a_1 - a_2) \times \Omega = r \times \omega_2 \times e \frac{-M \times g (\frac{b_2}{a_1 - a_2})}{N_2 \times \mu}$$

$$(a_1 - a_2) \times \Omega = r\omega_3 \times e \frac{-M \times g \left(\frac{b_1 - b_2}{a_1 - a_2} \right)}{M_3 \times \mu}$$

$$a_2 \times \Omega = r\omega_4 \times e \frac{-M \times g \left(\frac{b_1 - b_2}{a_1} \right)}{N_4 \times \mu}$$

که در این روابط ω_1 تا ω_4 : به ترتیب سرعت زاویه ای چرخها (rad/s) ، Ω : سرعت زاویه ای کل سیستم (rad/s) ، r : شعاع چرخ $M, (m)$ جرم کل روبات $\mu, (kg)$: ضریب اصطکاک بین چرخها و زمین و N_1 تا N_4 : نیروی عکس العمل سطح برای هر چرخ (N) می باشد.



شکل ۶-۱۱- تصویر از بالای یک روبات با چهار چرخ محرک (دارای موتور) و غیر فرمانپذیر

۶-۲-۲- سینتیک روبات

همانطور که در بخش (۶-۱) عنوان شد برای تحلیل اینگونه از مکانیزمها باید چرخها را از روبات جدا و به عنوان یک جسم آزاد و بقیه سیستم را به عنوان جسم آزاد دیگر در نظر گرفت.

در صفحه بعد روابط مربوط به این ۵ جسم آزاد (۴ چرخ و یک شاسی) آورده شده است که این روابط با توجه به جهت نیروها و گشتاورهای در نظر گرفته شده برای چرخها و شاسی روبات که در شکل (۶-۱۲) نشان داده شده، نوشته شده است.

روابط مربوط به چرخ ۱

(۶-۲۰-الف)

$$۱) -f_1 \sin \alpha_1 + f_{f_1} \cos \beta_1 = -ma_2 \Omega^2$$

$$۲) f_1 \cos \alpha_1 + f_{f_1} \sin \beta_1 = -mb_2 \Omega^2$$

$$۳) N_1 = mg + f_1'$$

$$۴) f_{f_1} \sin \beta_1 \times r = T_{m1}$$

$$۵) (M_1' + f_{f_1} \times r \times \cos \beta_1) \cos \psi_1 - M_1 \sin \psi_1 = I_x \omega_1 \Omega \cos \psi_1, \psi_1 = \omega_1 t$$

$$۶) (M_1' + f_{f_1} \times r \times \cos \beta_1) \sin \psi_1 + M_1 \sin \psi_1 = I_x \omega_1 \Omega \sin \psi_1, \psi_1 = \omega_1 t$$

روابط مربوط به چرخ ۲

(۶-۲۰-ب)

$$۷) f_2 \sin \alpha_2 - f_{f_2} \cos \beta_2 = -m(\alpha_1 - a_2) \Omega^2$$

$$۸) f_2 \cos \alpha_2 + f_{f_2} \sin \beta_2 = mb_2 \Omega^2$$

$$۹) N_2 = mg + f_2'$$

$$۱۰) f_{f_2} \sin \beta_2 \times r = T_{m2}$$

$$۱۱) (M_2' + f_{f_2} \times r \times \cos \beta_2) \cos \psi_2 - M_2 \sin \psi_2 = -I_x \omega_2 \Omega \cos \psi_2, \psi_2 = \omega_2 t$$

$$۱۲) (M_2' + f_{f_2} \times r \times \cos \beta_2) \sin \psi_2 + M_2 \cos \psi_2 = -I_x \omega_2 \Omega \sin \psi_2, \psi_2 = \omega_2 t$$

روابط مربوط به چرخ ۳

$$۱۳) -f_3 \sin \alpha_3 + f_{f_3} \cos \beta_3 = -m(a_1 - a_2)\Omega^2$$

$$۱۴) f_3 \cos \alpha_3 + f_{f_3} \sin \beta_3 = -m(b_1 - b_2)\Omega^2$$

$$۱۵) N_3 = mg + f_3'$$

$$۱۶) f_{f_3} \sin \beta_3 \times r = T_{m3}$$

$$۱۷) (M_3' + f_{f_3} \times r \times \cos \beta_3) \cos \psi_3 - M_3 \sin \psi_3 = -I_x \omega_3 \Omega \cos \psi_3, \psi_3 = \omega_3 t$$

$$۱۸) (M_3' + f_{f_3} \times r \times \cos \beta_3) \sin \psi_3 + M_3 \cos \psi_3 = I_x \omega_3 \Omega \sin \psi_3, \psi_3 = \omega_3 t$$

روابط مربوط به چرخ ۴

(۵-۲۰-۶)

$$۱۹) f_{f_4} \sin \alpha_4 - f_{f_4} \cos \beta_4 = -m(a_2)\Omega^2$$

$$۲۰) f_4 \cos \alpha_4 + f_{f_4} \sin \beta_4 = m(b_1 - b_2)\Omega^2$$

$$۲۱) N_4 = mg + f_4'$$

$$۲۲) f_{f_4} \sin \beta_4 \times r = T_{m4}$$

$$۲۳) (M_4' + f_{f_4} \times r \times \cos \beta_4) \cos \psi_4 - M_4 \sin \psi_4 = -I_x \omega_4 \Omega \cos \psi_4, \psi_4 = \omega_4 t$$

$$۲۴) (M_4' + f_{f_4} \times r \times \cos \beta_4) \sin \psi_4 + M_4 \cos \psi_4 = -I_x \omega_4 \Omega \sin \psi_4, \psi_4 = \omega_4 t$$

روابط مربوط به شاسی

(۶-۲۰-۵)

$$۲۵) \quad f_1' + f_2' + f_3' + f_4' = m'g$$

$$۲۶) \quad f_1 \sin \alpha_1 + f_2 \sin \alpha_2 - f_3 \sin \alpha_3 - f_4 \sin \alpha_4 = -m'k_1\Omega^2$$

$$۲۷) \quad f_2 \cos \alpha_2 + f_3 \cos \alpha_3 - f_1 \cos \alpha_1 - f_4 \cos \alpha_4 = -m'k_2\Omega^2$$

$$۲۸) \quad M_1' + M_2' - M_3' - M_4' + (f_2' + f_3') \times (a_1 - a_3) - (f_1' + f_4') \times a_3 = 0$$

$$۲۹) \quad (f_1' + f_2') \times b_3 = (f_3' + f_4') \times (b_1 - b_3)$$

$$۳۰) \quad M_1 - M_2 + M_3 - M_4 - f_1 \times \cos \alpha_1 \times a_2 - f_1 \times \sin \alpha_1 \times b_2$$

$$- f_2 \times \cos \alpha_2 \times (a_1 - a_2) - f_2 \times \sin \alpha_2 \times b_2 - f_3 \times \cos \alpha_3 \times (a_1 - a_2)$$

$$- f_3 \times \sin \alpha_3 \times (b_1 - b_2) - f_4 \times \cos \alpha_4 \times (a_1 - a_2) - f_4 \times \sin \alpha_4 \times (b_1 - b_2) = 0$$

روابط حاکم بر سینماتیک روبات

(۶-۲۰-۳)

$$۳۱) \quad a_2 \times \Omega = r \times \omega_1 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_2}{a_2})}{N_1 \times \mu}}, M = m' + 4m$$

$$۳۲) \quad (a_1 - a_2) \times \Omega = r \times \omega_2 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_2}{a_1 - a_2})}{N_1 \times \mu}}, M = m' + 4m$$

$$۳۳) (a_1 - a_2) \times \Omega = r \times \omega_3 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_1 - b_2}{a_1 - a_2})}{N_3 \times \mu}}, M = m' + 4m$$

$$۳۴) a_2 \times \Omega = r \times \omega_4 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_1 - b_2}{a_2})}{N_4 \times \mu}}, M = m' + 4m$$

روابط مربوط به تقارن روبات از لحاظ جرمی:

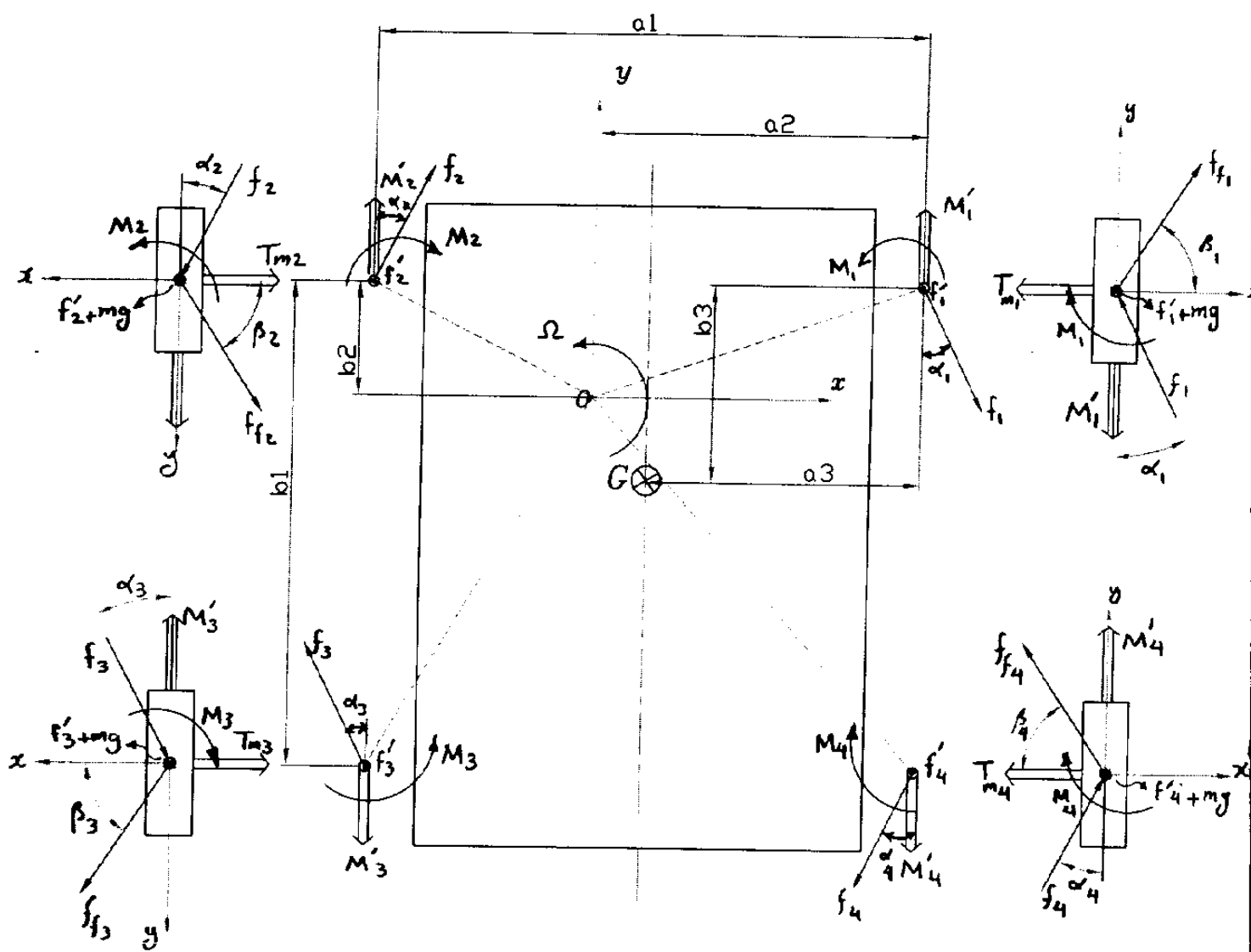
(۶-۲۰-ز)

$$۳۵) N_1 = N_2$$

$$۳۶) N_3 = N_4$$

در این معادلات k_2, k_1 : مختصات مرکز جرم در دستگاه مختصات چسبیده به مرکز دوران (شکل ۶-۱۲) $m, (m)$ جرم هر چرخ $m', (kg)$: جرم کل سیستم بجز چرخها $r, (kg)$: شعاع چرخ $\Omega, (m)$: سرعت زاویه ای دوران کل سیستم $I_x, (rad/s)$: ممان اینرسی چرخ در جهت x $g, (kgm^2)$: شتاب ثقل زمین (m/s^2) می باشد.

برای نوشتن روابط (۶-۲۰-الف، ب، ج، د) از روابط (۶-۹) و (۶-۱۳) استفاده شده و روابط (۶-۲۰-ه) که ۶ معادله نیرویی گشتاوری وارد بر شاسی روبات می باشند بر اساس شکل (۶-۱۲-ه) بدست آمده اند. روابط (۶-۲۰-و) همان روابط (۶-۱۹) می باشند که برای کامل بودن بحث در اینجا تکرار شده است. همچنین اگر کل روبات را به عنوان یک جسم آزاد در نظر بگیریم به علت شتاب نداشتن سیستم در جهت z ، تنها نیرویی که نیروهای عکس العمل سطح را بوجود می آورد وزن روبات بوده و به علت فرض تقارن جرمی (مرکز جرم روبات روی محور روبات قرار دارد) می توان روابط (۶-۲۰-ز) را نتیجه گرفت.



شکل ۶-۱۲- دیاگرام آزاد ۴ جرخ و شاسی روبانی با چهار جرخ محرک غیرفرمانپذیر

پس به طور کلی برای حل ایسن مسئله ۳۶ معادله و ۳۷ مجهول $(\Omega, -i=1 \text{ تا } 4, -\omega_i, \beta_i, \alpha_i, T_{mi}, M_i^I, M_i, f_i, f_i^I, N_i)$ را داریم. حال اگر ورودی سیستم را Ω در نظر بگیریم می توان گشتاورهای موتورهای را بدست آورده و توان مصرفی کل سیستم را بدست آورد.

تذکره: در صورتی که مرکز جرم روبات در روی محور طولی روبات نباشد روابط (۶-۲۰) برای حل این مسئله حاکم است و فقط معادلات (۶-۲۰-ز) به صورت زیر تغییر می کند.

$$N_1 \times a_3 = N_2 \times (a_1 - a_3) \quad (۶-۲۱)$$

$$N_2 \times a_3 = N_4 \times (a_1 - a_3)$$

که در این روابط a_3, a_1 فاصله مرکز جرم از مرکز چرخ سمت راست و جلوی روبات می باشد (شکل ۶-۱۲).

۶-۳- سینماتیک و روباتی با چهار چرخ غیر فرمانپذیر که فقط دو چرخ جلو آن محرک می باشد (مکانیزم ب عنوان شده در فصل ۵)

هدف از این تحلیل نیز بدست آوردن گشتاور مورد نیاز موتورهای برای چرخش روبات حول یک نقطه داخل روبات می باشد. در ابتدا فرضیات زیر در نظر گرفته شده است.

- ۱- چرخش روبات حول نقطه مشخص و ثابت انجام شده بطوریکه در مدت زمان چرخش روبات، این مرکز دوران ثابت بوده و مختصات آن نسبت به یک مختصات ثابت دارای سرعت و شتاب نیست.
- ۲- چرخش روبات با سرعت زاویه ای ثابت Ω انجام شده و سیستم دارای شتاب زاویه ای نیست.

۳- ضخامت چرخ کم و همچنین چرخ صلب در نظر گرفته شده، بطوریکه می توان تماس چرخ با زمین را در یکخط یا حتی در یک نقطه فرض کرد.

۴- مرکز جرم روبات روی محور طولی روبات قرار دارد.

۱-۳-۶- سینماتیک روبات

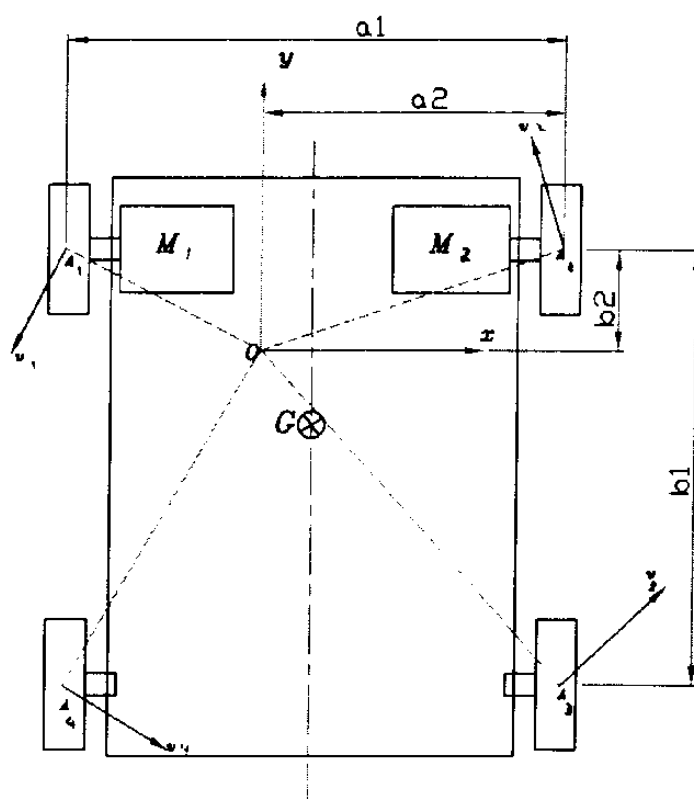
با توجه به اینکه محور چرخهای محرک جلوی روبات بر هم منطبق هستند و روبات مرکز دوران مشخص از لحاظ دینامیکی ندارد، می توان مرکز دوران مشخصی را برای روبات بوجود آورد که این مرکز دوران همانطور که در مورد مکانیزم (الف) عنوان شد، به پارامترهای مختلفی از جمله ضریب اصطکاک، جرم روبات، محل مرکز جرم روبات، سرعت زاویه ای هر چرخ و ... وابسته است.

همانطور که در بخش (۱-۲-۶) عنوان شد می توان هر چرخ جلو و قسمتی از شاسی را به عنوان سیستم مورد بحث در بخش (۱-۶) در نظر گرفت، در نتیجه با توجه به شکل (۱۳-۶) می توان دو رابطه زیر را برای چرخهای جلو که محرک می باشند نوشت.

$$a_2 \times \Omega = r \times \omega_1 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_2}{a_1-a_2})}{N_1 \times \mu}} \quad (22-6)$$

$$(a_1 \times a_2) \times \Omega = r \times \omega_1 \times e^{\frac{-Mg(\frac{b_2}{a_1-a_2})}{N_2 \times \mu}}$$

که در این روابط ω_1, ω_2 : سرعت زاویه ای چرخهای جلو (rad/s) ، Ω : سرعت زاویه ای کل سیستم (rad/s) ، r : شعاع چرخ (m) ، M : جرم کل روبات (kg) ، μ : ضریب اصطکاک بین چرخها و زمین و N_1, N_2 : نیروی عکس العمل هر چرخ جلو روبات (N) می باشد.



شکل ۶-۱۳ - تصویر از بالای روبانی با چهار چرخ غیر فرمان پذیر که فقط دو چرخ جلو آن محرک می باشد

۶-۳-۲- سینتیک روبات

تبصره: در مورد مکانیزم الف، مورد بحث در بخش (۶-۲) محدودیتی برای مرکز جرم وجود نداشت ولی، در این حالت که فقط دو چرخ محرک در روبات وجود دارد شرط زیر باید برای چرخش روبات حول یک نقطه بین پارامترهای هندسی روبات باید برقرار باشد (شکل (۶-۱۴)).

$$b_3 < \frac{a_2 b_1}{a_2 + \sqrt{a_2^2 + b_1^2}} \quad (۶-۲۳)$$

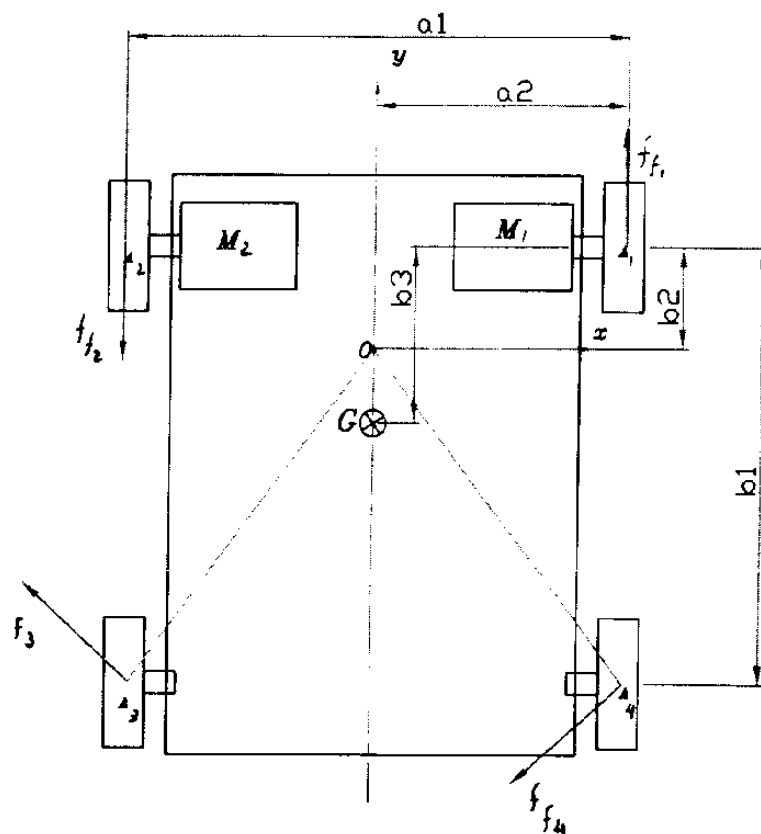
اثبات رابطه فوق به صورت زیر می باشد.

طبق آنچه که در بخش (۶-۲-۱-الف) مورد بحث قرار گرفت در لحظه شروع حرکت اصطکاک چرخهای جلو در امتداد شعاع و چرخهای عقب که غیر محرک هستند دارای اصطکاک به صورت شکل (۶-۱۴) می باشند.

به منظور چرخش رویات باید گشتاور حاصل از چرخهای جلو بیشتر از گشتاور مقاوم چرخهای عقب رویات باشد و باتوجه به تقارن در نظر گرفته شده می توان نوشت (شکل ۶-۱۴).

$$\mu N_1 \times a_2 + \mu N_2 \times a_2 > \mu N_3 \times \sqrt{(b_1 - b_2)^2 + a_2^2} + \mu N_4 \times \sqrt{(b_1 - b_2)^2 + a_2^2}$$

$$a_2(N_1 + N_2) > \sqrt{(b_1 - b_2)^2 + a_2^2}(N_3 + N_4) \quad (۶-۲۴)$$



شکل ۶-۱۴- نیروهای اصطکاک وارد بر مکانیزم ب در لحظه شروع حرکت

از طرفی با نوشتن یک معادله گشتاوری حول محور گذرنده از مرکز جرم و موازی با محور عرضی روبات داریم:

$$(N_1 + N_2) \times b_3 = (N_3 + N_4) \times (b_1 - b_3) \quad (25-6)$$

جایگزینی رابطه (25-6) در (24-6) می توان نوشت.

$$a_2 \times (b_1 - b_3) > b_3 \times \sqrt{(b_1 - b_2)^2 + a_2^2} \quad (26-6)$$

از طرفی $b_1 - b_2 < b_1$ پس می توان رابطه (26-6) را به صورت زیر در نظر گرفت

$$a_2 \times (b_1 - b_3) > b_3 \times \sqrt{b_1^2 + a_2^2}$$

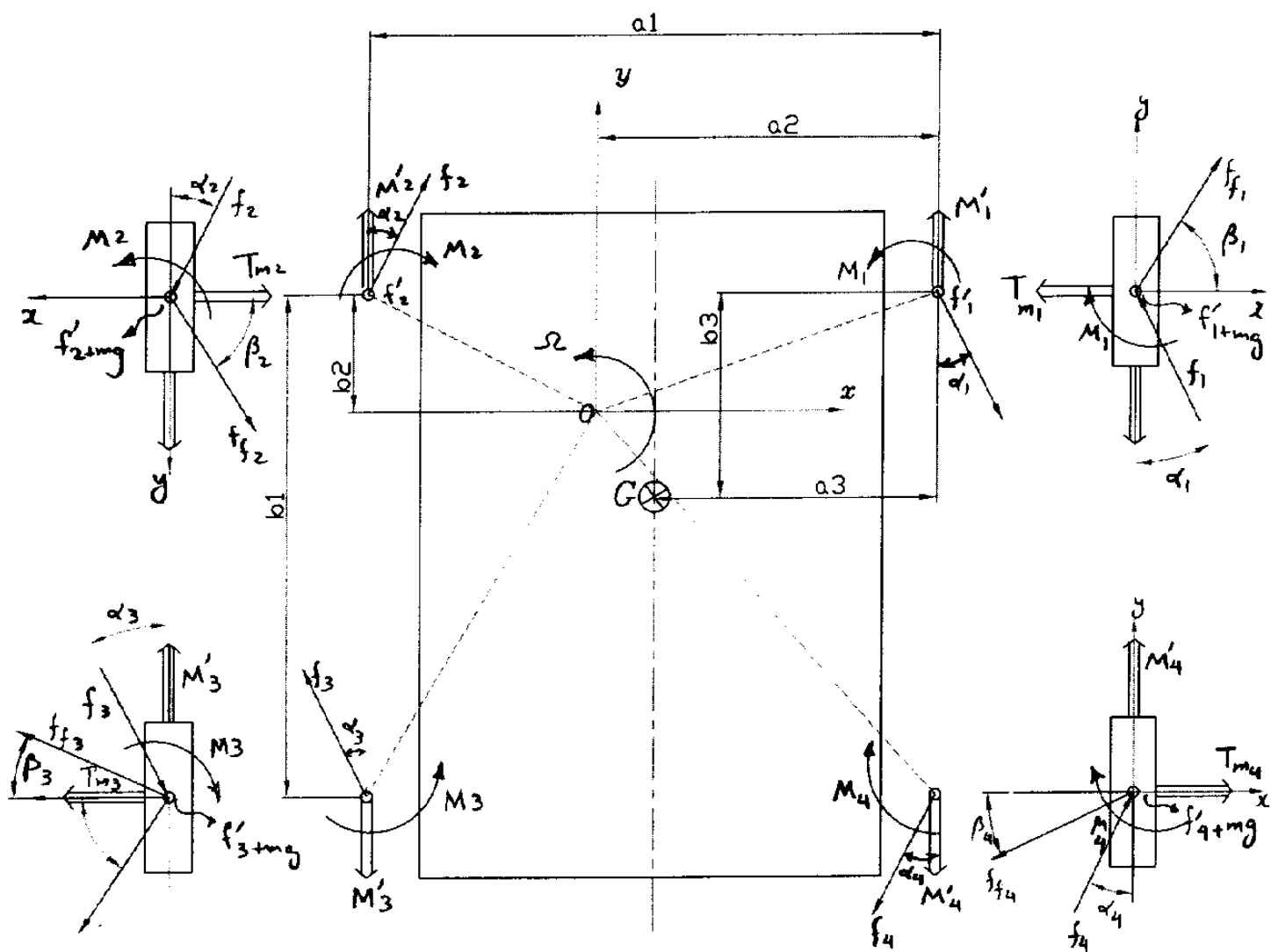
$$b_3 < \frac{a_2 b_1}{a_2 + \sqrt{b_1^2 + a_2^2}}$$

که همان رابطه (23-6) می باشد. این رابطه نشان دهنده این مطالب می باشد که فاصله مرکز جرم روبات از محور جلو (b_3) از یک حد مشخص نمی تواند عقب تر در نظر گرفته شود و اگر در یک روباتی با این ویژگی حرکتی مرکز جرم از این حالت عقبتر در نظر گرفته شود، هیچ دلیلی برای اینکه روبات بتواند حول نقطه ای مشخص بچرخد وجود نخواهد داشت، در اصل یک ناپایداری حرکتی را در چرخش روبات خواهیم داشت (این نکته در عمل هم آزمایش شده است).

به منظور بدست آوردن معادلات حاکم بر روبات در تحلیل سینتیکی مانند مسئله قبل (مکانیزم الف) دیاگرام آزاد 4 چرخ و شاسی روبات را به صورت شکل (15-6) در نظر گرفته و روابط مربوطه را می نویسیم.

تذکر: بعد به از حرکت در آمدن روبات و طی زمانی که روبات به سرعت زاویه ای ثابت برسد جهت نیروهای اصطکاک وارد بر چرخهای عقب از زاویه نشان داده شده در شکل (14-6) به زاویه

نشان داده شده در شکل (۶-۱۵) تغییر می کند. این تغیز زاویه به این دلیل است که در ابتدای حرکت چرخ مانند یک جسم صلب غیر متحرک نسبت به روبات به حساب می آید ولی بعد از حرکت سیستم چرخ به دوران در آمده و بعد از طی مدت زمانی نیروی اصطکاک تغییر جهت داده به طوریکه مولفه ای از اصطکاک بتواند گشتاور مقاوم در مفصل اتصال چرخ به روبات را بوجود آورد و در نتیجه زاویه نهایی اصطکاک نسبت به محور چرخ طبق آنچه در شکل (۶-۱۵) نشان داده شده قرار خواهد گرفت.



شکل ۶-۱۵- دیاگرام آزاد ۴ چرخ و شاسی روبانی با دو چرخ محرک در جلو و دو چرخ غیر محرک در عقب و

غیر فرمانپذیر

کتابخانه مرکزی
بخش نمایه سازی

روابط مربوط به چرخ ۱

(۶-۲۷-الف)

$$۱) -f_1 \sin \alpha_1 + f_{f_1} \cos \beta_1 = -ma_2 \Omega^2$$

$$۲) f_1 \cos \alpha_1 + f_{f_1} \sin \beta_1 = -mb_2 \Omega^2$$

$$۳) N_1 = my + f_1'$$

$$۴) f_{f_1} \sin \beta_1 \times r = T_{m_1}$$

$$۵) (M_1' + f_{f_1} \times r \times \cos \beta_1) \cos \psi_1 - M_1 \sin \psi_1 = I_x \omega_1 \Omega \cos \psi_1, \psi_1 = \omega_1 t$$

$$۶) (M_1' + f_{f_1} \times r \times \cos \beta_1) \sin \psi_1 - M_1 \cos \psi_1 = I_x \omega_1 \Omega \sin \psi_1, \psi_1 = \omega_1 t$$

روابط مربوط به چرخ ۲

(۶-۲۷-ب)

$$۷) f_2 \sin \alpha_2 - f_{f_2} \cos \beta_2 = -m(a_1 - a_2) \Omega^2$$

$$۸) f_2 \cos \alpha_2 + f_{f_2} \sin \beta_2 = mb_2 \Omega^2$$

$$۹) N_2 = mg + f_2'$$

$$۱۰) f_{f_2} \sin \beta_2 \times r = T_{m_2}$$

$$۱۱) (M_2' + f_{f_2} \times r \times \cos \beta_2) \cos \psi_2 - M_2 \sin \psi_2 = -I_x \omega_1 \Omega \cos \psi_2, \psi_2 = \omega_2 t$$

$$۱۲) (M_2' + f_{f_2} \times r \times \cos \beta_2) \sin \psi_2 + M_2 \cos \psi_2 = -I_x \omega_2 \Omega \sin \psi_2, \psi_2 = \omega_2 t$$

بطور مثال با توجه با اشکال (۷-۱ و ۲) می توان کلیه مکانیزمها را بجز مکانیزمهای (الف) و (ح) - الف و ب) را به دو گروه مشابه با هم تقسیم بندی نمود. گروه اول، گروهی از روباتها هستند که دارای دو چرخ محرک بوده و برای پایداری استاتیکی آنها از چند چرخ هرزگرد نوع دوم (Castor) در آنها استفاده شده است (شکل ۷-۱). گروه دوم شامل مکانیزمهای (ب) و (ز) می باشد که همانطور که در فصل پنج عنوان شد در مکانیزم (ب) دو چرخ محرک در جلو و دو چرخ غیر محرک (هرزگرد اول) در عقب روبات وجود داشته و در مکانیزم (ز) از یک چرخ محرک در جلو و دو چرخ غیر محرک در عقب روبات استفاده شده است. مقایسه بین "مساحت پایداری" در این دو گروه از مکانیزمها در اشکال (۷-۱ و ۲) نشان داده شده است.

در نتیجه با در نظر گرفتن این دو دیدگاه مختلف می توان بهالاترین امتیاز را از نظر توانایی حرکت مستقیم و بدون انحراف برای مکانیزم (الف) در نظر گرفته و بعد از آن به ترتیب مکانیزم (ب) و مکانیزم (ز)، مکانیزمهای (ه) و (و) با چهار چرخ هرزگرد و (ح-ج)، مکانیزمهای (ه) و (و) با دو چرخ هرزگرد و مکانیزمهای (ج و د) را می توان مد نظر قرار داد.

۷-۲- مقایسه بین مکانیزمها بر اساس معیار سوم (توانایی دور زدن و قدرت قرار

گرفتن از یک مسیر به مسیر دیگر با دقت کافی)

بطور کلی می توان مکانیزمها را از نظر مرکز دوران به سه دسته کلی زیر تقسیم بندی نمود.

۱- مکانیزمهایی که دارای یک مرکز دوران مشخص بوده (مکانیزمهای ح - الف و ب) و یا می توان این مرکز دوران را با تغییر جهت چرخهای محرک در روبات (بطوریکه امتداد محور چرخها همدیگر را در یک نقطه قطع کنند) بوجود آورد (مکانیزم (د) و (و)).

۲- مکانیزمهایی که محور چرخهای محرک در آنها بر هم منطبق بوده بطوریکه میتوان گفت که این مکانیزمها دارای یک محور دوران می باشند (مکانیزمهای (ب) و (ج) و (ه)).

۳- مکانیزمهایی که دارای دو محور دوران می باشند (مکانیزم الف).

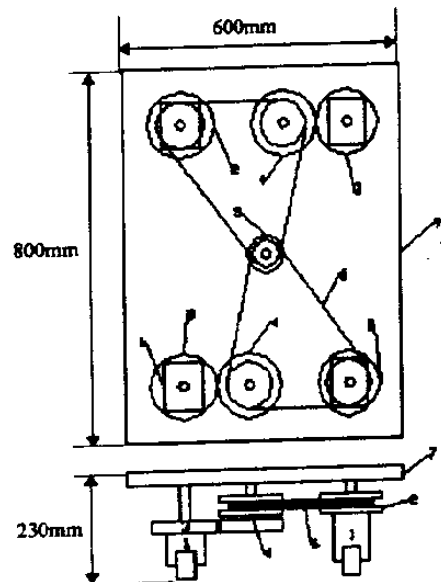
با توجه به آنچه در فصل ششم به آن اشاره شد، در مکانیزمهای دسته اول به دلیل وجود مرکز دوران مشخص، مرکز دوران سیستم به مرکز جرم روبات و همچنین نیروهای محیطی مانند اصطکاک وابسته نخواهد بود و می توان بهترین دقت را در چرخش روبات حول یک نقطه داخل روبات (مرکز دوران سیستم که در محل تلاقی محورهای چرخهای محرک قرار دارد) ایجاد کرد.

البته لازم به ذکر است که در مکانیزمهای (ح - الف و ب) با اینکه دارای مرکز دوران مشخصی می باشند ولی چون در هنگام چرخش روبات، خمره های موجود بر روی محیط چرخها به عنوان چرخ هرزگرد برای روبات عمل می کنند دقت پایبستگی از لحاظ چرخش روبات می توانند نسبت به روباتهای هم دسته ای خود مانند مکانیزمهای (د) و (و) داشته باشند.

در مکانیزمهای دسته دوم دقت چرخش روبات به مرکز جرم وابستگی کامل دارد، بطوریکه هر چه مرکز جرم به محور دو چرخ محرک نزدیکتر باشد دقت چرخش روبات بیشتر خواهد بود. بطور مثال اگر در مکانیزم (ج) مرکز جرم در روی محور جلو روبات و در مکانیزم (ه) مرکز جرم در مرکز هندسی روبات قرار بگیرد، میتوان دقت کافی را مانند روباتهای دسته اول بدست آورد (بدلیل اینکه در این حالت اصطکاک لغزشی بین چرخهای محرک و زمین وجود ندارد). از طرفی چون روبات

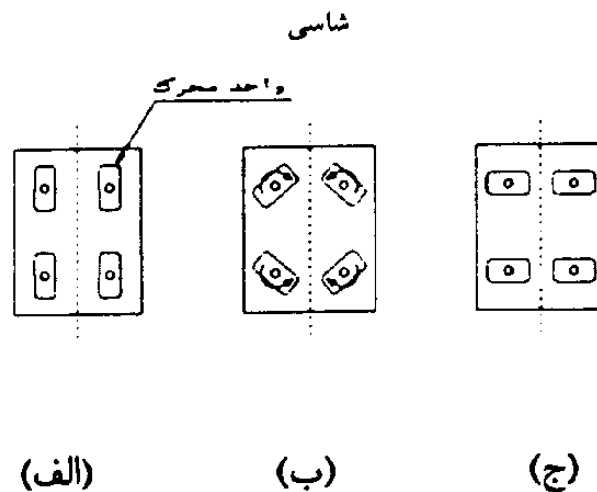
۷-۵- طراحی بهینه مکانیزم حرکتی برای یک روبات پرستار بیمارستانی

مکانیزم حرکتی طراحی شده برای روبات پرستار مطابق با شکل (۷-۳) می باشد.



شکل ۷-۳- شماتیکی از قسمت مکانیکی روبات پرستار (طرح اولیه)

۱- واحد محرک ۲- پولی ۳- چرخ دنده ۴- چرخ دنده و پولی ۵- پولی متصل به گرداننده تسمه ۶- تسمه ۷-



شکل ۷-۴- موقعیت واحدهای محرک روبات:

الف - حرکت در راستای محور طولی ب- چرخش حول مرکز هندسی ج - حرکت در راستای عمود بر محور

طولی

در این طرح روبات قادر است سه حرکت اساسی زیر را انجام دهد:

۱- حرکت در راستای محور طولی روبات (شکل ۷-۴ - الف)

۲- چرخش حول مرکز هندسی روبات (شکل ۷-۴ - ب)

۳- حرکت در راستای عمود بر محور طولی روبات (شکل ۷-۴ - ج)

این طراحی دارای چهار ویژگی مهم می باشد. اولاً چهار چرخ روبات محرک می باشند، به این ترتیب هنگام طی کردن مسیرهای مستقیم توسط روبات، روبات کمترین انحراف را خواهد داشت (معیار اول)، ثانیاً هنگامی که روبات بخواهد تغییر جهت بدهد (تغییر جهت ۹۰ درجه) بدون چرخش روبات چرخها می توانند ۹۰ درجه چرخیده و حرکت عمودی روبات به حرکت افقی تبدیل شود اهمیت این تغییر مکانیزم زمانی است که روبات به تخت بیمار رسیده و می خواهد در راستای تخت بدون تغییر جهت حرکت کند، این حرکت خاص در هیچکدام از مکانیزمهای مطرح شده مشاهده نمی شود. ثالثاً اگر روبات در شرایطی مجبور به چرخش شود با چرخیدن همزمان و وابسته چرخها به اندازه زاویه لازم (بطوریکه محل تقاطع محور چرخها در مرکز هندسی قرار گیرد) روبات قادر خواهد بود با دقت کافی (معیار سوم) و کمترین فضای اشغالی (معیار چهارم) چرخیده و تغییر مسیر بدهد. رابعاً به دلیل اینکه در کلیه حرکات (حرکت افقی، عمودی یا چرخش) چرخها روبات دارای غلتش می باشند و هیچگونه لغزشی در چرخهای روبات بوجود نمی آید، این مکانیزم از راندمان بالایی برخوردار می باشد (معیار پنجم).

۷-۶- نتیجه گیری

با توجه به بررسیهای انجام شده در مورد مکانیزمهای عنوان شده در فصل ۵، از نقطه نظر معیارهای حرکتی یک روبات پرستار، مکانیزم (الف) از نظر معیار دوم و مکانیزم (د) از نظر

فصل هشتم

طراحی

هدف از این فصل، بررسی مراحل طراحی مکانیزم خاص حرکتی مطرح شده در فصل هفت اعم از قسمت‌های مکانیکی و سخت افزاری و بینایی است.

۸-۱- طراحی قسمت‌های مکانیکی

یکی از مهمترین فاکتورهایی که در طراحی باید مدنظر قرار گیرد، فراهم کردن شرایطی برای انطباق یا دست کم نزدیکی نتایج حاصله از عمل با محاسبات انجام شده در تئوری است. بدیهی است طراحی که به سازنده اجازه آزمایش حالت‌های مختلفی را در عمل بدهد، از ارزش بیشتری برخوردار است.

با توجه به موارد مطرح شده در قسمت تئوری، یکی از عوامل مهم و تاثیر گذار در نحوه رفتار یک قسمت حرکتی، نیروهای اصطکاک اعم از غلتشی و لغزشی است. در نظر گرفتن تمهیداتی در طراحی که به سازنده اجازه مشاهده رفتارهای گوناگون قسمت حرکتی، تاثیر گرفته از شرایط گوناگون اصطکاکی، را بدهد به طرح ارزش بیشتری خواهد داد. در این بین خصوصیتی از قبیل امکان تعویض چرخها برای بررسی ضرایب مختلف اصطکاک مدنظر قرار گرفته است.

از طرف دیگر برای آزمایش عملی انواع مکانیزم‌های عنوان شده در فصل پنجم، با توجه به لزوم رسیدن به ویژگی‌های یک روبات پرستار بیمارستانی، شرایطی در طرح در نظر گرفته می شود که این امر تحقق پیدا کند. بدیهی است استفاده از طراحی غیر قابل انعطاف نمی تواند طراح و سازنده را در بهبود طرح یاری نماید و با توجه به این مورد از طرح ارائه شده در فصل هفت به دلیل همین نقص استفاده نمی شود.

برای حصول به هدف بالا، ایجاد امکان نصب، جداسازی و تعویض آسان محرکهای قسمت حرکتی و همچنین امکان تبدیل آنها به چرخ هرزگرد می تواند جزء فاکتورهای مثبت طرح باشد. در این راستا اصطلاحات فنی مورد استفاده در این فصل، تعریف می شود.

- واحد محرک: مجموعه ای مکانیکی که قسمتی از توان حرکتی روبات را تعیین و آن را به حرکت در می آورد.

اجزای تشکیل دهنده این قسمت عبارتند از:

۱- موتور DC

۲- گیربکس

۳- چرخ

۴- مجموعه ای از اتصالات

- واحد فرمان: مجموعه ای مکانیکی که راستای حرکتی چرخهای واحد محرک را تعیین می کند.

اجزای تشکیل دهنده این قسمت عبارتند از:

۱- موتور DC

۲- گیربکس

۳- قطعات کنترلی

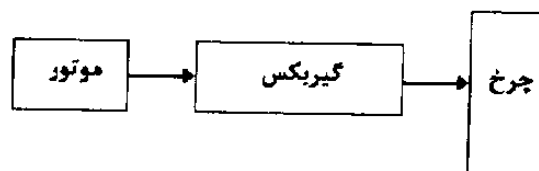
۴- مجموعه ای از اتصالات

- واحد محرک - فرمان : متشکل از یک واحد محرک و یک واحد فرمان است.

با توجه به توضیحات ارائه شده مبنی بر امکان انطباق نتایج حاصله از آزمایشات تجربی بر طرح و همچنین با توجه به تعاریف ذکر شده در بالا، قسمت حرکتی روبات پرستار بصورت چهار واحد محرک - فرمان طراحی می شود، که قابلیت تبدیل به انواع مکانیزمهای ذکر شده از جمله دو واحد محرک - فرمان را دارد.

۸-۱-۱- طراحی واحد محرک

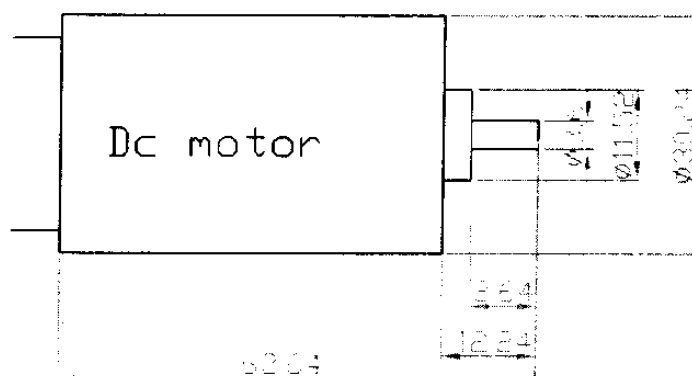
۸-۱-۱-۱- دیاگرام کلی واحد محرک:



۸-۱-۱-۲- انتخاب موتور:

باتوجه به شرایط موبایل بودن روبات استفاده از موتور DC نسبت به نوع AC بدیهی به نظر می رسد و از طرف دیگر، انواع موتورهای پله ای درحجم مشابه با موتور DC دارای گشتاور خیلی کمتری هستند که با توجه به شرایط هندسی و حرکتی واحد محرک، استفاده از نوع DC، ضروری است.

باتوجه به شرایط طرح و محاسبات تئوری انجام شده، به موتوری با توان بیشتر از ۱۵ W احتیاج است. بدین منظور موتوری با توان حدودی ۲۴ W و دور بدون بار ۲۲۰۰ RPM و گشتاور ماکزیمم ۱/۷ kg/m با ولتاژ ۲۴ V انتخاب شد. ابعاد ظاهری موتور به صورت شکل ۸-۱ می باشد.



شکل ۸-۱- شماتیک از موتور انتخاب شده برای روبات

۸-۱-۱-۳- طراحی گیربکس

نوع گیربکس، حلزون - چرخ حلزون در نظر گرفته شد. دلایل این امر نیاز به نسبت تبدیل بالا در حجم کوچک بود.

الف- طراحی حلزون - چرخ حلزون

حدس می زنیم که نسبت تبدیل ۱ به ۱۴ برای گیربکس، مناسب است. با در نظر گرفتن $n=1$ برای حلزون، تعداد دندانه های چرخ حلزون ۱۴ می شود. همچنین برای $\lambda = 13^\circ$ رابطه (۸-۱) که برای گرفتن بهترین راندمان کاری است، صادق خواهد بود. مدول چرخ دنده نیز با توجه به امکانات ساخت، ۱.۲۵ در نظر گرفته شده است.

$$\frac{C^{0.875}}{2} \leq d_w \leq \frac{C^{0.875}}{1.133} \quad (۸-۱)$$

خواهیم داشت:

$$d_w = \frac{n * m_n}{\sin \lambda} = \frac{1 * 1.25}{\sin 13^\circ} = 5.55$$

$$D_g = \frac{N * m_n}{\cos \lambda} = \frac{14 * 1.25}{\cos 13^\circ} = 17.96$$

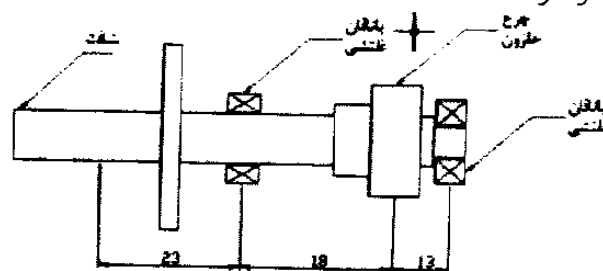
$$C = \frac{d_w + D_g}{2} = 11.755$$

که مقادیر بالا رابطه ۸-۱ را ارضاء می کند.

لازم به ذکر است مدول ۱.۲۵ برای چرخ دنده نیز در رابطه های استحکام برشی و استحکام خستگی چرخ دنده صدق می کند. نقشه های اجرایی و ساخت حلزون و چرخ حلزون در پیوست آمده است.

ب- طراحی شافت:

با توجه به ابعاد موتور، اندازه های مورد حدس برای پوسته، در نظر گرفتن امکان تعویض چرخ، جای حدودی برای یاتاقان بندی و محدودیت های هندسی می توان ابعاد اولیه شافت را به صورت شکل (۸-۲) در نظر گرفت.



شکل ۸-۲- ابعاد اولیه شافت

حال به تحلیل نیروهای وارد بر شافت می پردازیم:

$$V_w = \frac{\pi d_w n_w}{60} = \frac{\pi \times 5.55 \times 2200}{60} = 639.3 \times 10^{-3} m/s$$

$$n_G = \left(\frac{1}{14}\right) 2200 = 157.14$$

$$V_G = \frac{\pi d_G n_G}{60} = 147.77 \times 10^{-3} m/s$$

$$V_s = \frac{v_w}{\cos \lambda} = \frac{0.639}{\cos 13} = 0.656 m/s$$

$$W_{wt} = \frac{H}{V_w} = \frac{24w}{0.639} = 37.55 Nt$$

با توجه به جدول ۱۳-۴۲ مرجع [۱۵] داریم: $\mu = 0.06$

$$w = w^x / (\cos \phi_n \sin \lambda + \mu \cos \lambda) = 39.55 / (\cos 14.5^\circ \sin 13^\circ + 0.06 \cos 13^\circ) = 135.93 Nt$$

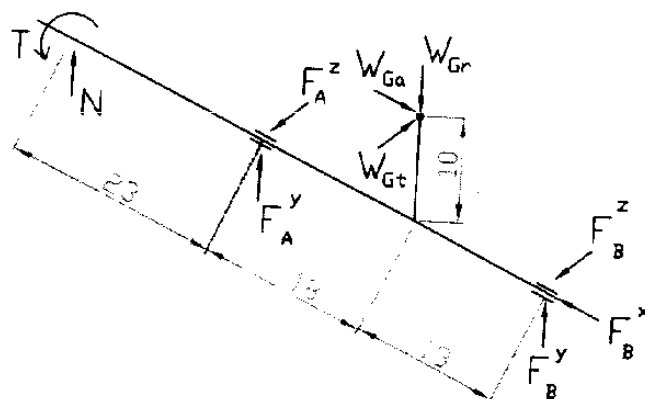
$$w^y = w \sin \phi_n = 135.93 \sin 14.5^\circ = 34.03 Nt$$

$$w^z = w(\cos \phi_n \cos \lambda - \mu \sin \lambda) = 135.93(\cos 14.5^\circ \cos 13^\circ - 0.06 \sin 13^\circ) = 126.39 Nt$$

$$w_{Ga} = -w^x = 37.55 N$$

$$w_{Gr} = -w^y = 34.03 N$$

$$w_{Gt} = -w^z = -126.39 N$$



شکل ۸-۳ - دیاگرام سه بعدی نیروهای وارد بر شافت

در این مرحله فرض می کنیم جرم ماکزیمم رویات ۲۰ kg باشد.

نیروهای وارده بر هر چرخ عبارت است با:

$$N = 20 / 4 = 5 \text{ kgf} = 50 \text{ Nt}$$

سایر نیروها را برای شرط تعادل حساب می کنیم: (شکل ۸-۳)

$$F_B^x = 37.5 \text{ Nt}, w_{Gr} = 37.5 \text{ Nt}$$

$$M_B = 0 \Rightarrow N * 54 - F_A^y * 31 - w_{Gr} * 13 = 0 \Rightarrow F_A^y = 72.8 \text{ Nt}$$

$$\sum f_y = 0 \Rightarrow -72.8 + 50 + f_B^y = 34 \Rightarrow F_B^y = 56.8 \text{ Nt}$$

$$M_B = 0 \Rightarrow F_A^z * 31 = w_{Gr} * 13 \Rightarrow F_A^z = 53 \text{ Nt}$$

$$\sum f_z = 0 \Rightarrow f_B^z = 126.39 - 53 \Rightarrow F_B^z = 73.39 \text{ Nt}$$

$$T = 1.134 \text{ N.m}$$

جنس شافت را CK 45 با عملیات حرارتی باز پخت نرم (Soft annealing) در نظر می گیریم:

$$S_u = 710 \text{ Mpa}, S_y = 560 \text{ Mpa}$$

$$S'_e = \frac{S_u}{2} = 355 \text{ Mpa}$$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$

k_a : سطح تراشکاری شده، با توجه به نمودار ۸-۷ مرجع [۱۵]

$$k_a = 0.8$$

k_b : با استفاده از رابطه $k_b = 1.139d^{-0.097}$ داریم: $k_b \approx 0.95$

k_c : با توجه به تجربیات مهندسی قابلیت اطمینان ۰.۹ برای سیستم پاسخگوست.

$$\text{Reliability} = 0.9 \Rightarrow k_e (\text{Reliability factor}) = 0.897$$

k_d : مشکل حرارتی نداریم و در دمای کمتر از 350° کار می کنیم. $k_d = 1$

k_e : را برابر با $\frac{1}{k_f}$ قرار می دهیم.

k_f : شرایط خاص و اضطراری مربوط به روبات پرستار نمی شود.

$$\Rightarrow S_e = 0.8 * 0.95 * 0.897 * 1 * \frac{1}{k_f} * S'_e = \frac{242}{k_f}$$

محاسبه k_e (محاسبه k_f):

الف: با توجه به d و ds در بلبرینگ ها $\frac{D}{d} \approx 1.2$ فرض می شود.

ب: از اطلاعات موجود در SKF، برای قطر ۶ میلی متر داریم ($r=0.3$)

$$\frac{r}{d} = \frac{0.3}{6} = 0.05$$

ج: محاسبه q : با توجه به نمودار مرجع [۱۳] و میانمایی داریم.

برای خمش $q = 0.50$

برای پیچش $q = 0.57$

د: محاسبه k_t : با توجه به نمودار مرجع [۱۲] داریم.

برای خمش $k_t = 1.8$

برای پیچش $k_{ts} = 1.7$

با توجه به مقادیر بالا برای پله ها داریم.

$$k_f = 1 + 0.50(1.8 - 1) = 1.4$$

$$k_{fs} = 1 + 0.57(1.7 - 1) = 1.39$$

$$k_f = 1.6, k_{fs} = 1.3$$

حال تمامی مراحل را برای پله ای که برای نصب چرخ فرض شده نیز حساب می کنیم:

$$\frac{D}{d} = 4.5 \quad \frac{r}{d} = \frac{1}{30} = 0.03$$

$$\Rightarrow k_t = 2.5, k_{ts} = 2.2$$

$$\Rightarrow q = 0.75, q_s = 0.8$$

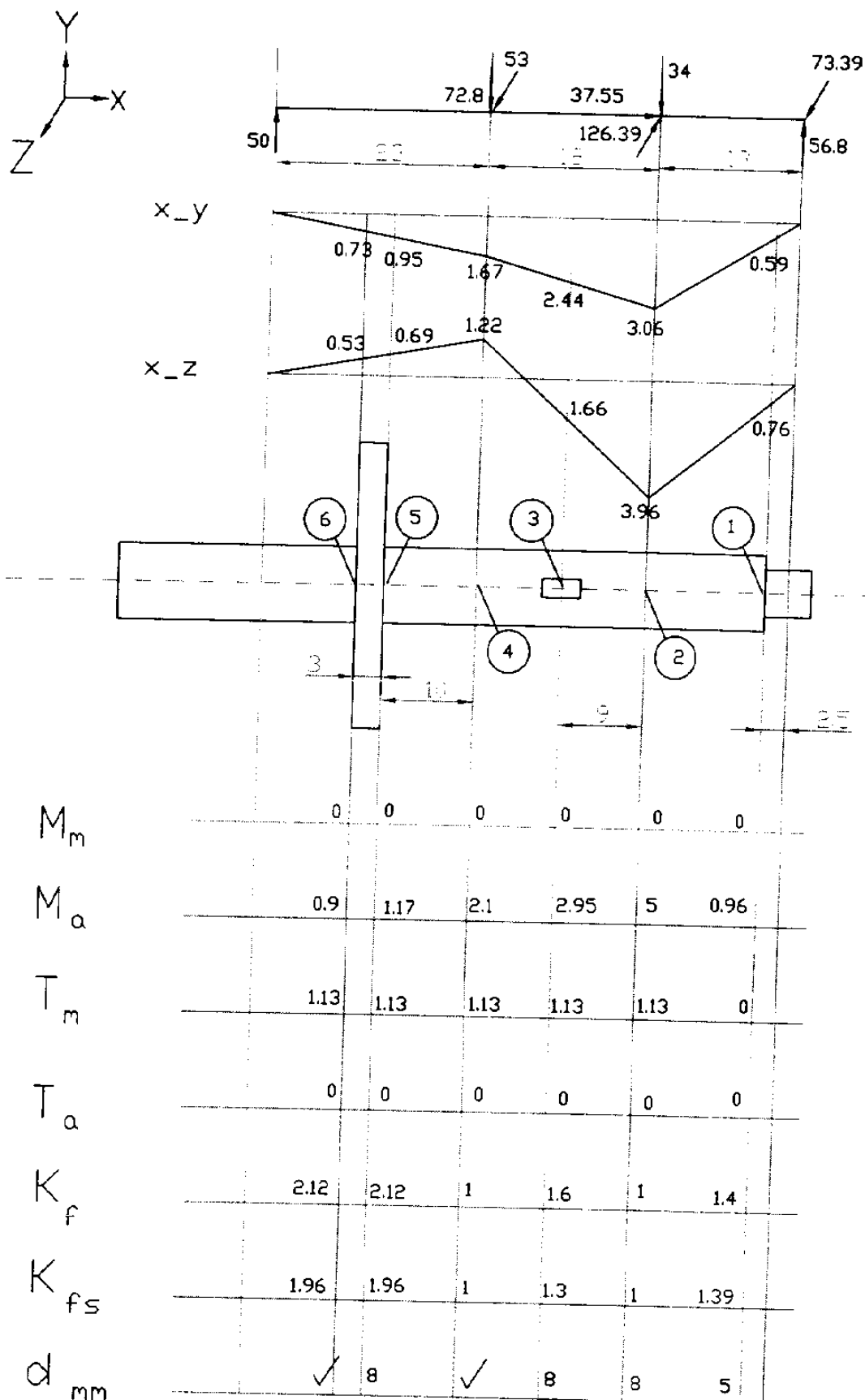
$$k_f = 1 + 0.75(2.5 - 1) = 2.125$$

$$k_{js} = 1 + 0.8(2.2 - 1) = 1.96$$

در طراحی شافت ضریب اطمینان را با توجه به نمونه های مشابه ، ۲ می گیریم.

$$F.S. = 2$$

دیاگرام کلی شفت برای محاسبه ممانها و تورک ها مورد استفاده در رابطه و ستینگهاوس در شکل (۸-۴) نشان داده شده است.



شکل ۸-۴ - دیاگرام ممان و توردی

محاسبه قطر:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 F s}{\pi} \sqrt{\left(\frac{M_m}{s_y} + \frac{k_f M_a}{s_e}\right)^2 + \left(\frac{T_m}{s_y} + \frac{k_{fs} T_a}{s_e}\right)^2}}$$

با نگاهی به نمودار ۸-۴ نقاط بحرانی عبارتند از: نقاط ۱، ۲، ۳، ۵

$$1: d = \sqrt[3]{20.37 * \frac{1.4 * 0.96}{242}} = 0.48 \text{ cm} \approx 5 \text{ mm}$$

$$2: d = \sqrt[3]{20.37 * \sqrt{(5.242)^2 + (1013 / 560)^2}} = 0.75 \text{ cm} \approx 7.5 \text{ mm}$$

$$3: d = \sqrt[3]{20.37 * \sqrt{(4.72 / 242)^2 + (1.13 / 560)^2}} = 0.74 \text{ cm} \approx 7.5 \text{ mm}$$

$$4: d = \sqrt[3]{20.37 * \sqrt{(4.72 / 242)^2 + (1.13 / 560)^2}} = 0.60 \text{ cm} = 6 \text{ mm}$$

بدین ترتیب قطر نقطه ۱ را ۵ mm و نواحی ۲، ۳، ۴ را ۸ mm و ناحیه انتهایی را نیز همان ۸ mm می

گیریم. (برای اینکه بلبرینگ جا بخورد)

برای پله بین ۵، ۶ نیز با توجه به نصب چرخ قطر تعیین می شود.

ج - طراحی بلبرینگ:

بلبرینگ A، $C_o = 22 \text{ mm}$ ، $C = 3250 \text{ N}$ ، (قطر خارجی = ۱۳۴۰ N، قطر داخلی = ۸ mm): ۶۰۸

بلبرینگ B، $C_o = 16 \text{ mm}$ ، $C = 1115 \text{ N}$ ، (قطر خارجی = ۴۴۰ N، قطر داخلی = ۵ mm): ۶۲۵

بدیهی است از لحاظ استاتیکی و دینامیکی بلبرینگ های فوق مشکل تحمل بار نخواهد داشت.

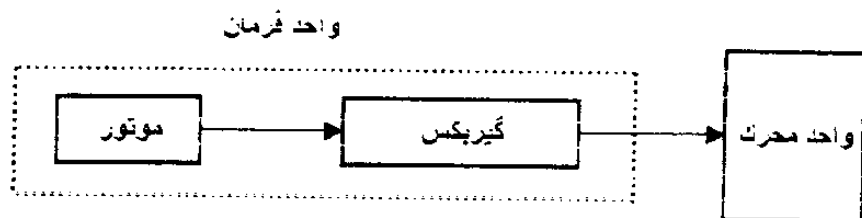
د- طراحی پیوسته:

با توجه به ویژگیهای هندسی و ابعاد شافت و بلبرینگ و سایر قطعات طراحی می شود. نقشه قطعات

پیوسته در ضمیمه ۲ آمده است.

۸-۱-۲- طراحی واحد فرمان

۸-۱-۲-۱- دیاگرام کلی واحد فرمان

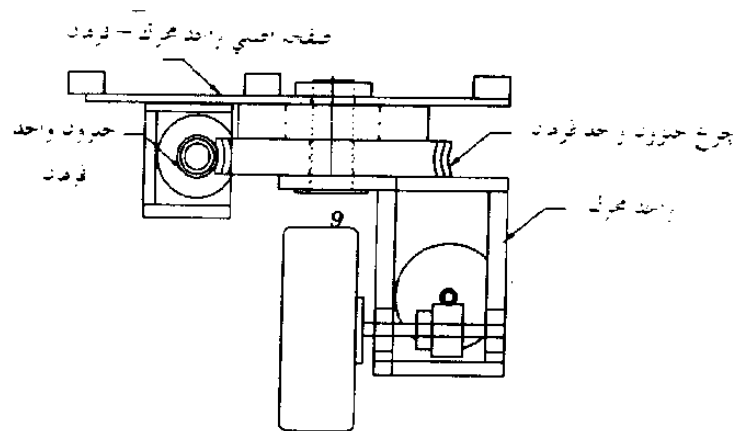


۸-۲-۱-۲- انتخاب موتور

با توجه به اینکه توان مورد نیاز کمتر از توان مصرفی در واحد محرک است و با توجه به اینکه تفاوت قیمت خاصی در نمونه های کم توانتر این گونه موتورها دیده نمی شود ترجیح داده شد از موتوری مشابه موتور واحد محرک استفاده شود.

۸-۲-۳- طراحی گیربکس

در طراحی این گیربکس مواردی چون حجم کم در عین تبدیل بالا، استفاده بهینه از توان موتور و اتصال آسان و مناسب با واحد محرک از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این راه با استفاده از چرخ دنده های حلزونی، نصب چرخ حلزون در امتداد عمود بر چرخ و اتصال چرخ حلزون به صورت مستقیم بر پوسته گیربکس واحد محرک ذکر شده، حاصل شده است.



(شکل ۵-۸)

شکل ۵-۸- واحد محرک - فرمان

نسبت تبدیل ۱ به ۸۰ برای واحد فرمان مناسب است، چون با سرعت پایین و با دقت مکانی بالا باید حرکت کند و همچنین با در نظر گرفتن مدول 1.25، قطر چرخ حلزون به حدی می رسد که ما قادر باشیم پوسته گیربکس واحد محرک را به آن متصل کنیم.

برای $\lambda = 5^\circ$ شرط خود قفل کن بودن چرخ حلزون واحد فرمان ارضاء خواهد شد و در نتیجه مقدار زیادی از انحرافات احتمالی کاسته می شود و خواهیم داشت:

$$d_w = \frac{n \cdot m_n}{\sin \lambda} = \frac{1 \times 1.25}{\sin 5^\circ} = 14.34$$

$$D_g = \frac{N \cdot m_n}{\cos \lambda} = \frac{80 \cdot 1.25}{\cos 5^\circ} = 100.38$$

$$c = \frac{d_w + D_g}{2} = 57.36$$

همچنین برای اندازه گرفتن مقدار چرخش واحد محرک از یک encoder که بر روی شافت خروجی موتور واحد فرمان نصب می شود، استفاده شده است. این صفحه انکودر دارای ۳۲ شیار بوده و واحد فرمان را قادر می سازد با دقت 0.14° ($\frac{360}{32 \times 80} = 0.14$) موقعیت واحد محرک را کنترل کند.

۸-۱-۳- نحوه اتصال واحد محرک به واحد فرمان

این اتصال باید به طریقی باشد که ضمن قرار گرفتن مرکز دوران چرخ حلزون واحد فرمان در بالای چرخ روبات (چرخ واحد محرک) فضای کمی نیز اشغال نماید. این اتصال بوسیله دو عدد پیچ M6 بین سقف پوسته واحد محرک و چرخ حلزون واحد فرمان امکان پذیر است.

۸-۱-۴- نحوه اتصال واحد محرک - فرمان به روبات

با توجه به شکل (۵-۸) طرح در نظر گرفته شده برای گیربکس واحد فرمان بسیار کم حجم بوده به طوری که بجای استفاده از پوسته جداگانه، از سقف واحد محرک - فرمان و سقف واحد محرک به عنوان پوسته گیربکس استفاده شده است. در دو طرف سقف واحد محرک - فرمان دو

عدد بلبرینگ کف گرد به کاربرد شده و توسط یک شافت که امکان چرخش واحد محرک را فراهم می نماید، کل مجموعه به هم متصل شده است.

سقف واحد محرک - فرمان نیز قابلیت این را دارد که توسط ۴ پیچ که فواصل آن کاملاً مشخص است، قابل اتصال به محلهای مختلف صفحه زیر روبات را دارا باشد.

به این ترتیب می توان انواع مکانیزمهای مطرح شده در فصل ۵ را بر مجموعه روبات، وصل و آزمایش نمود. همچنین از مزایای دیگر طرح قابلیت جداسازی سریع و آسان واحد محرک - فرمان در هنگام احتیاج به تعمیرات احتمالی است.

۲-۸- طراحی قسمتهای سخت افزاری

سخت افزار روبات شامل چهار بخش زیر است:

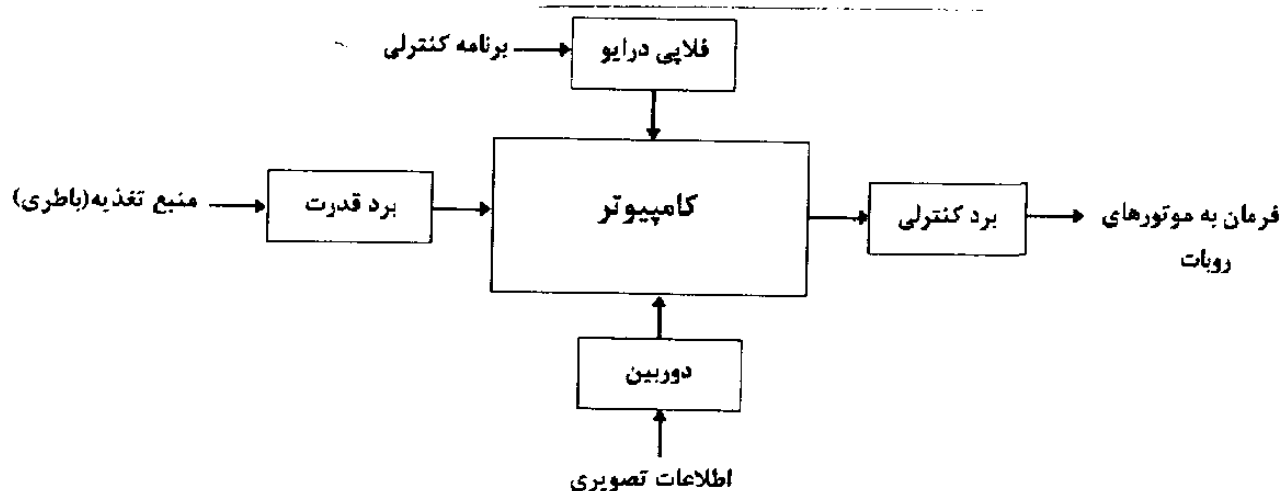
۱- دوربین

۲- کامپیوتر

۳- برد قدرت (برد تبدیل ولتاژ سوئیچینگ)

۴- برد کنترلی

نحوه ارتباط این چهار بخش در شکل ۶-۸ نمایش داده شده است.



شکل ۶-۸- بلوک دیاگرام اجزای سخت افزاری

حال به شرح این چهار قسمت می پردازیم:

۸-۲-۱- دوربین

در این روبات از یک دوربین دیجیتال (QCAM) استفاده شده که از طریق پورت موازی به کامپیوتر روبات متصل می شود. این دوربین دارای یک بافر (ذخیره ساز) است که آخرین اطلاعات تصویری گرفته شده در هر لحظه را در خود قرار می دهد و کامپیوتر روبات می تواند آن را از دوربین توسط این بافر دریافت کند.

۸-۲-۲- کامپیوتر و فلاپی درایو:

در این روبات از یک کامپیوتر پنتیوم 166 با 32 MB رم، همراه با یک فلاپی درایو 1.4 استفاده شده است. استفاده از hard در روبات موبایل با توجه به امکان Crash کردن سیستم در اثر برخورد، قابل توجه نیست. بدین منظور کلیه برنامه های روبات تحت سیستم عامل DOS نوشته شده و بوسیله یک فلاپی دیسکت به روبات منتقل می شود.

۸-۲-۳- برد قدرت

تغذیه این برد، ۲۴ V و از نوع DC بوده که توسط دو باتری ۱۲ V سری شده تعیین می شود. خروجی این برد ولتاژهای مورد نیاز Mother Board (۱۲، +۱۲، +۵ ولت) می باشد.

۸-۲-۴- برد کنترلی

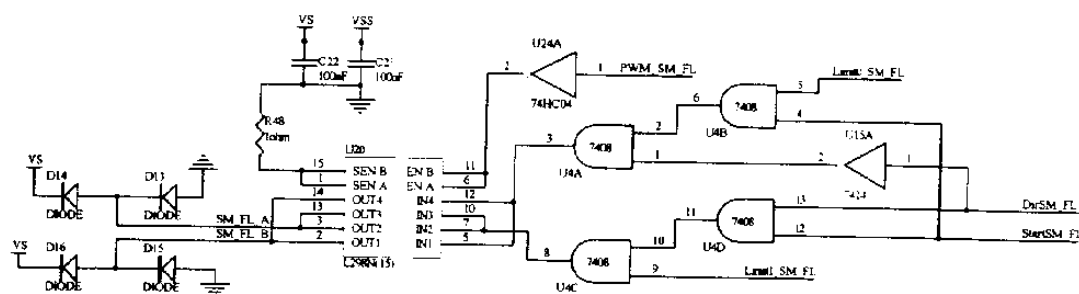
کنترل قسمت های مکانیکی روبات بوسیله برد کنترلی است. این برد بواسطه داشتن دو میکرو کنترلر با گرفتن داده های کامپیوتر، عمل کنترل قسمت های مکانیکی و الکترونیکی مربوط به

واحدهای محرک و فرمان را انجام می دهد و بدین وسیله از بار محاسباتی و عملیاتی کامپیوتر کاسته و اجازه می دهد کامپیوتر تمام حافظه خود را مشغول پردازش تصویر نماید.

وظیفه کنترل واحدهای محرک - فرمان جلوی روبات با یک میکرو کنترلر و وظیفه کنترل واحدهای محرک - فرمان انتهای روبات نیز با میکروکنترلر دیگر است. از طرفی وظیفه کنترل قسمتهای مکانیکی به دو بخش عمده کنترل واحدهای فرمان و واحدهای محرک تقسیم می شود.

الف - کنترل واحدهای فرمان

این عمل طبق شکل (۷-۸) توسط تراشه L 298 که یک درایور موتور به حساب می آید انجام می شود. این تراشه در داخل خود دارای دو پل H (پل ماسوت) برای کنترل جهت موتور می باشد. همچنین اعمال کنترل دور موتور واحد فرمان به روش Pwm توسط این تراشه، با ایجاد تغییر در یک پایه میکرو کنترلر به صورت صفر و یک شدن است.

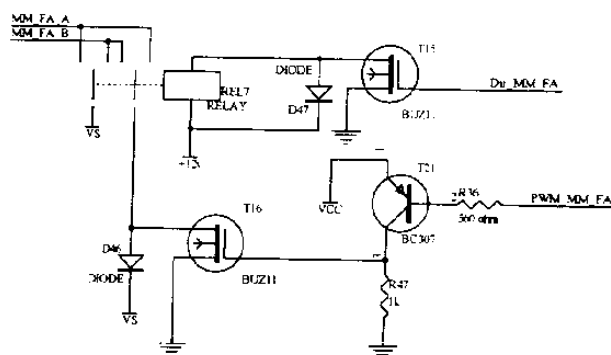


شکل ۷-۸- شماتیک نحوه کنترل واحد فرمان توسط تراشه L 298

ب- کنترل واحدهای محرک

به دلیل اینکه واحدهای محرک، جریان بالایی مصرف می کنند، تراشه مورد استفاده در کنترل واحدهای فرمان برای کنترل واحدهای محرک توانایی لازمه را از نظر عبور جریان بالا از خود ندارد. به همین دلیل از مدار نشان داده شده در شکل ۸-۸ برای این منظور استفاده می شود. همانطور که مشاهده می شود برای تغییر جهت موتور از یک رله استفاده شده که توسط یک ماسوت (T15) کنترل می شود. لازم به ذکر است استفاده از ماسوت به منظور ایجاد جریان لازم برای تحریک رله است.

برای اعمال PWM به موتور واحد محرک از یک ماسوت و ترانزیستور استفاده شده که ترانزیستور جریان لازم را در زمان قطع ماسوت فراهم می نماید. استفاده از دو دیود نشان داده شده ، برای جلوگیری از سوختن ماسوت ها در اثر جریان معکوس ایجاد شده توسط رله یا موتور می باشد.

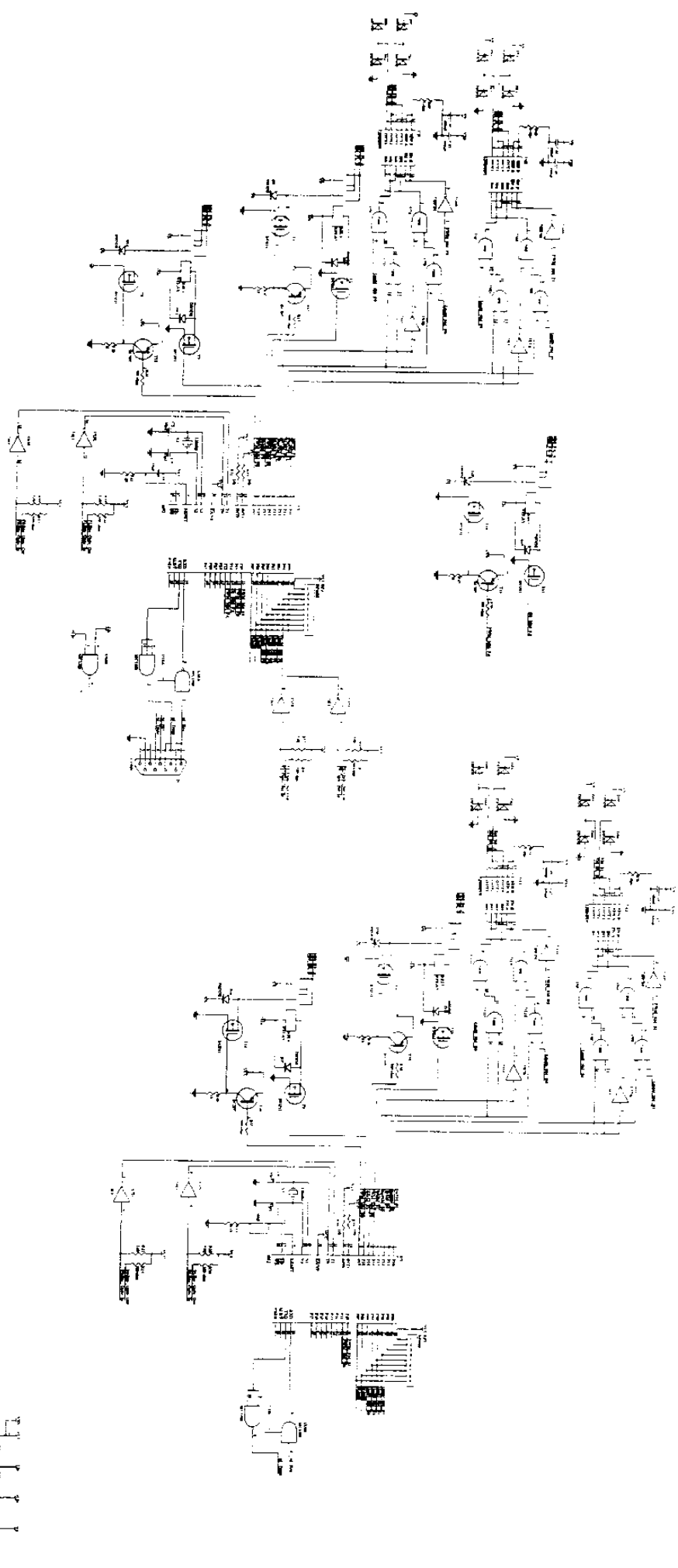


شکل ۸-۸- شمانیک نحوه کنترل واحد متحرک

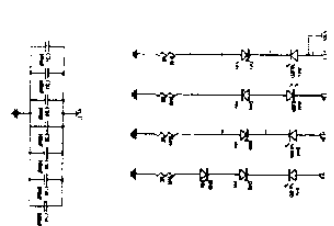
همچنین در روی برد ، امکاناتی برای تست برد قرار داده شده است. تعداد ۴ عدد LED بر روی برد در هر لحظه وصل بودن ولتاژهای مورد نیاز را با رنگهای مختلف نشان می دهد چنانچه روشن بودن LED قرمز بیانگر وصل بودن ولتاژ ۵+ و LED سبز، وصل بودن 24 ولت ، LED زرد وصل بودن 12+ ولت و LED نارنجی وصل بودن 12- ولت را نمایش می دهد.

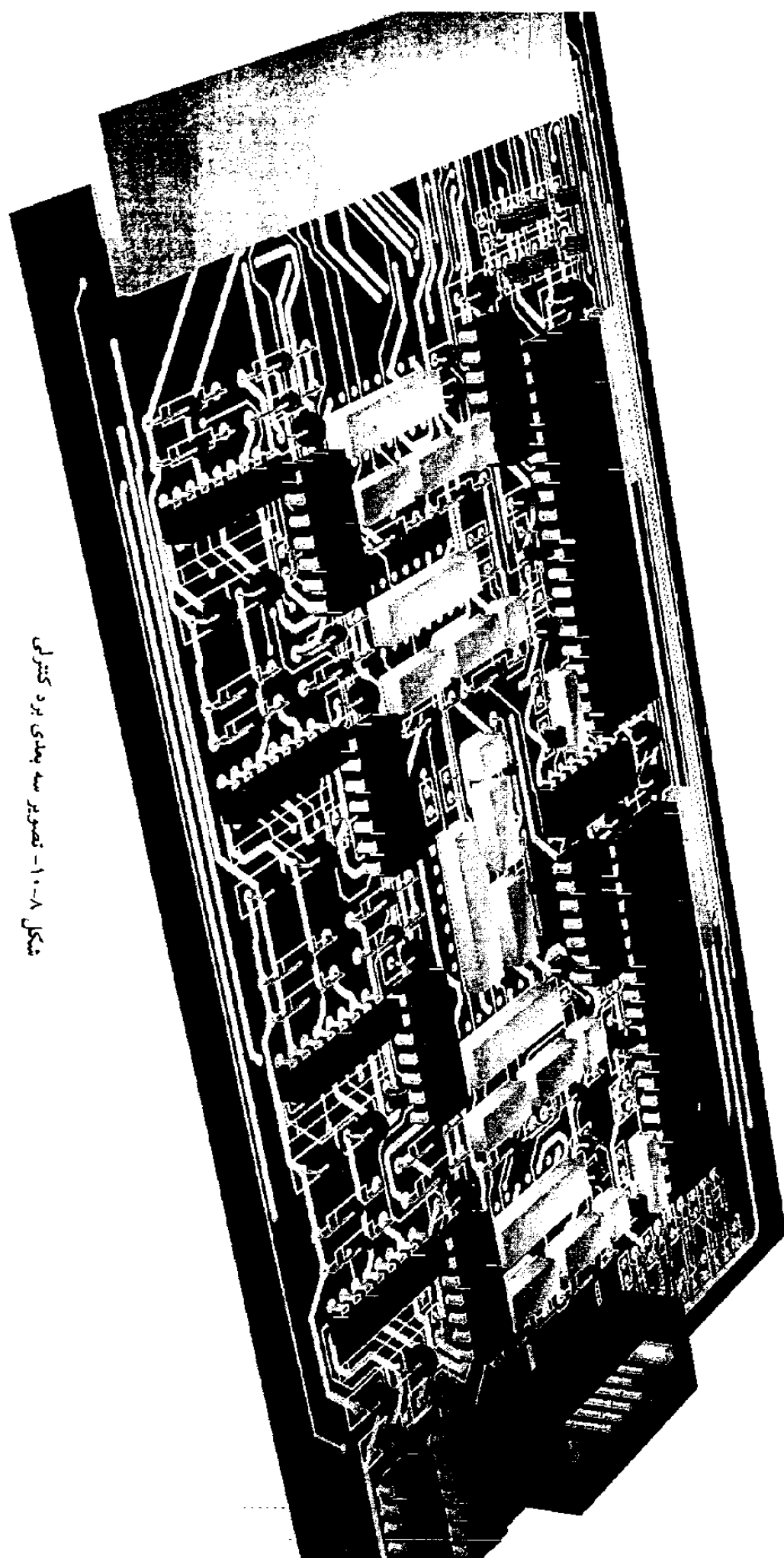
در ادامه شماتیک کلی مدار برد کنترلی در شکل (۸-۹) نمایش داده شده است و همچنین می توان تصویر سه بعدی برد و کلیه المانهای موجود در آن را در شکل‌های (۸-۱۰) و (۸-۱۱) مشاهده کرد. در شکل‌های ۸-۱۲ و ۸-۱۳ نیز ، PCB مدار طراحی و ساخته شده ، آورده شده است.

با تفاسیر گفته شده ، این برد قابلیت کنترل چهار واحد محرک- فرمان را به طور کاملاً جداگانه داشته و به کاربر امکان می دهد که کنترل انواع مکانیزمهای مطرح شده در فصل ۵ را توسط این برد انجام دهد.

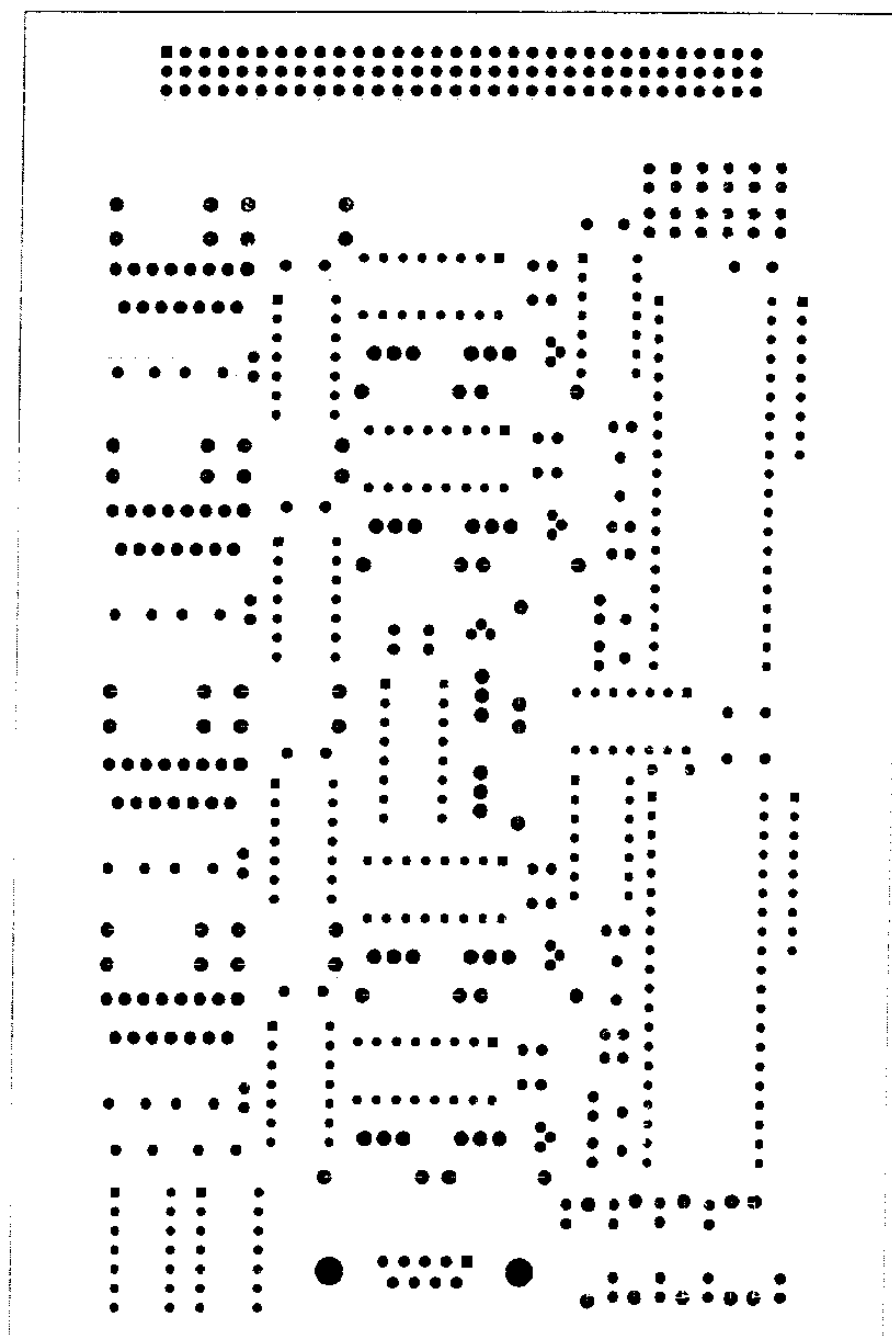


شکل ۸-۹- شماتیک کلی مدار برد کنترلی

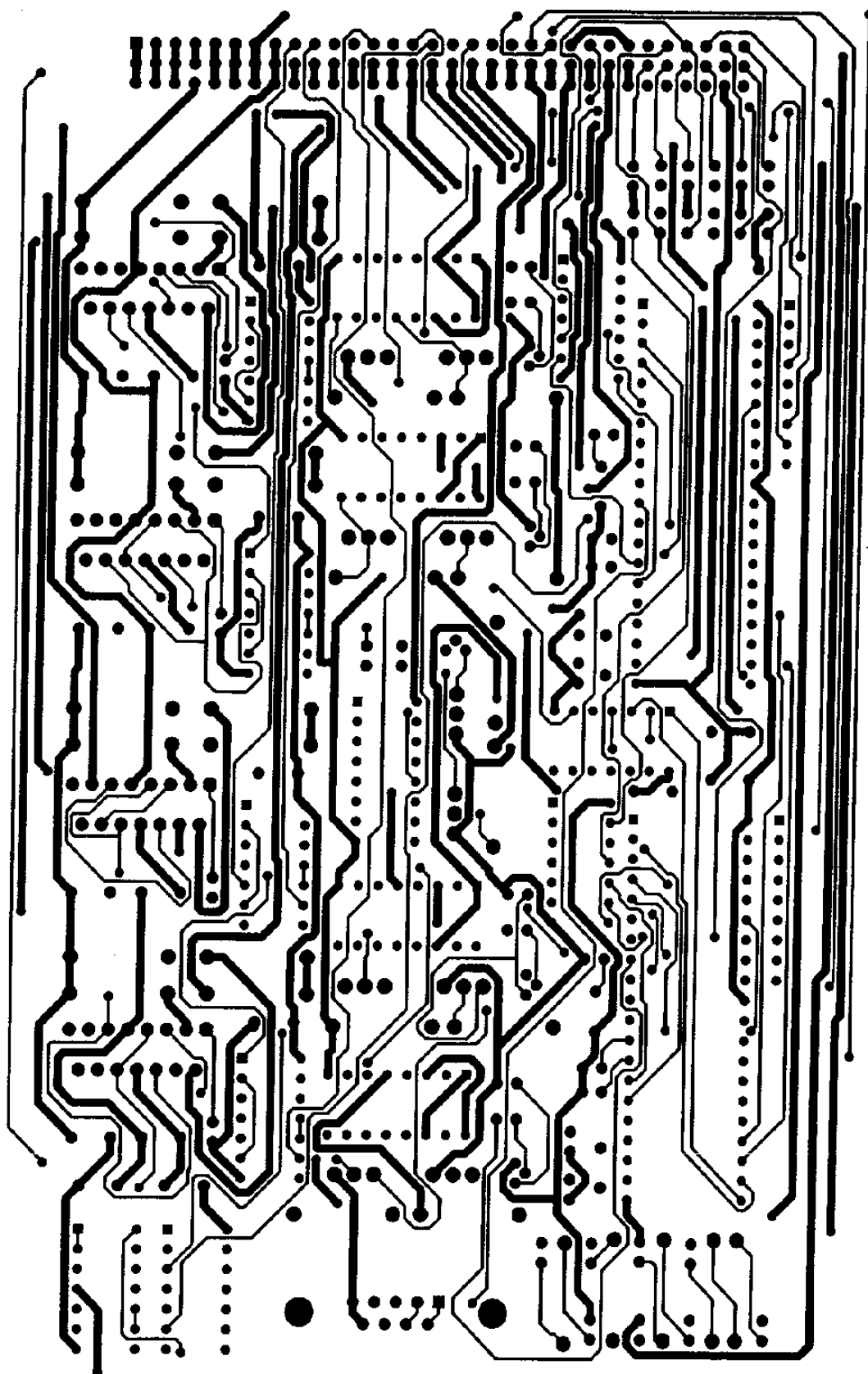




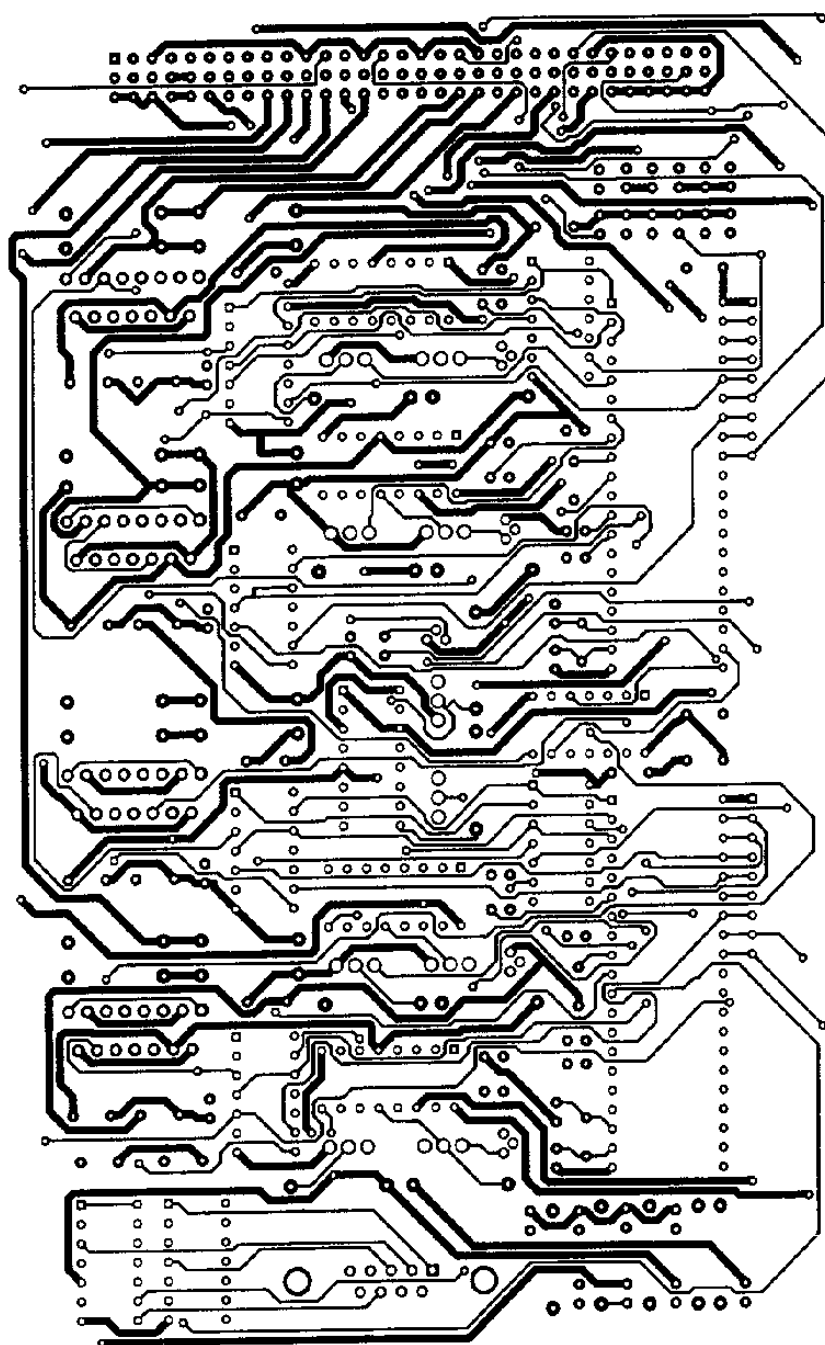
شکل ۸-۱۰-۱- تصویر سه بعدی برد کنترلی



شکل ۸-۱۱- شماتیک المانهای موجود در برد کنترلی



شکل ۸-۱۲ PCB برد کنترلی - تصویر از رو



شکل ۸-۱۳ PCB برد کنترلی - تصویر از زیر

۳-۸- طراحی بینایی روبات

همانطور که اشاره شد، بینایی این روبوت توسط یک دوربین دیجیتال (Qcam) انجام می شود. الگوریتم بینایی آن به شرح زیر است.

هر Pixel تصویر، شامل ۲۴ بیت می باشد که ۲۴ بیت، همانطور که قبلاً اشاره شد، توسط پورت موازی کامپیوتر روبات از بافر موجود در دوربین خوانده شده است. این ۲۴ بیت نشانگر RGB هر Pixel می باشد.

در الگوریتم پردازش تصویر به دلیل قابل لمس شدن فضای RGB برای نمایش رنگها، در ابتدا فضای RGB به فضای HSI (Hue Saturation Intensity) تبدیل شده است. فضای HSI می تواند به صورت استوانه، مخروط و یا اشکال دیگر نمایش داده شود. مزیت این فضا نسبت به RGB، مشخص بودن محدوده حضور رنگ ها با توجه به پارامتر H این فضا بوده به طوریکه برای هر رنگ در این فضا می توان محدوده H کاملاً مشخص تعیین کرد. حال با تشخیص رنگ کلیه Pixel های موجود در یک تصویر می توانیم محدوده اجزیه شده از دوربین روبات را با توجه به رنگ آنها تعیین کنیم.

البته لازم به تذکر است که تعیین محدوده اجزیه طریق خواندن رنگ Pixel های تصویر قابل بهینه سازی توسط الگوریتم های پردازش تصویری که با بکار بردن این الگوریتمها سرعت تشخیص نیز بالا می رود.

۴-۸- طراحی الگوریتم مسیر حرکتی

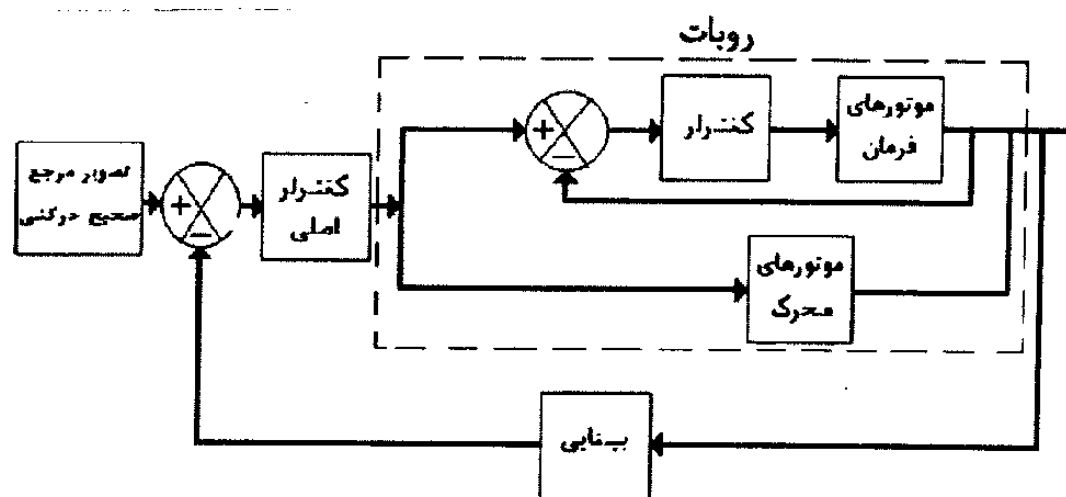
به طور کلی سه روش برای Positioning روباتهای موبایل وجود دارد. در دقیق ترین و متداول ترین روش، عمل مکان یابی با استفاده از انجام می شود. در این مورد روبات قادر است کلیه فضای اطراف خود را شناسایی کرده و نقشه از محیط اطراف خود بدست آورد. در روش

دوم می توان از سیم های حامل جریان که زیر مسیر حرکتی روبات نصب می شود برای هدایت روبات استفاده شود و روش سوم استفاده از بینایی برای جهت یابی است .

بدین طریق که می توان با نصب علائم رنگی در مسیر حرکتی روبات و قرار دادن یک دوربین به منظور تشخیص علائم ، هدایت روبات را انجام داد.

با توجه به شرایط خاص بیمارستان ، استفاده از روش صنعتی سیم های حامل جریان مناسب نبوده و از طرفی سیستم لیزر قابل دسترس نمی باشد. در این راه ، برای عمل مکان یابی از روش سوم (بینایی) استفاده می شود.

الگوریتم کنترل روبات را می توان به صورت بلوک دیاگرام زیر نمایش داد.



شکل ۸-۱۴- دیاگرام کنترلی روبات

همانطور که در دیاگرام شکل (۸-۱۴) نمایش داده شده، پسخوراند اصلی سیستم بینایی می باشد ، بطوریکه تصویر گرفته شده با تصویر مرجع صحیح حرکتی مقایسه شده و بر اساس تفاوت دو تصویر ، کنترلر سعی در انطباق این دو انجام می دهد و فرمانهای حرکتی را به موتورهای فرمان و

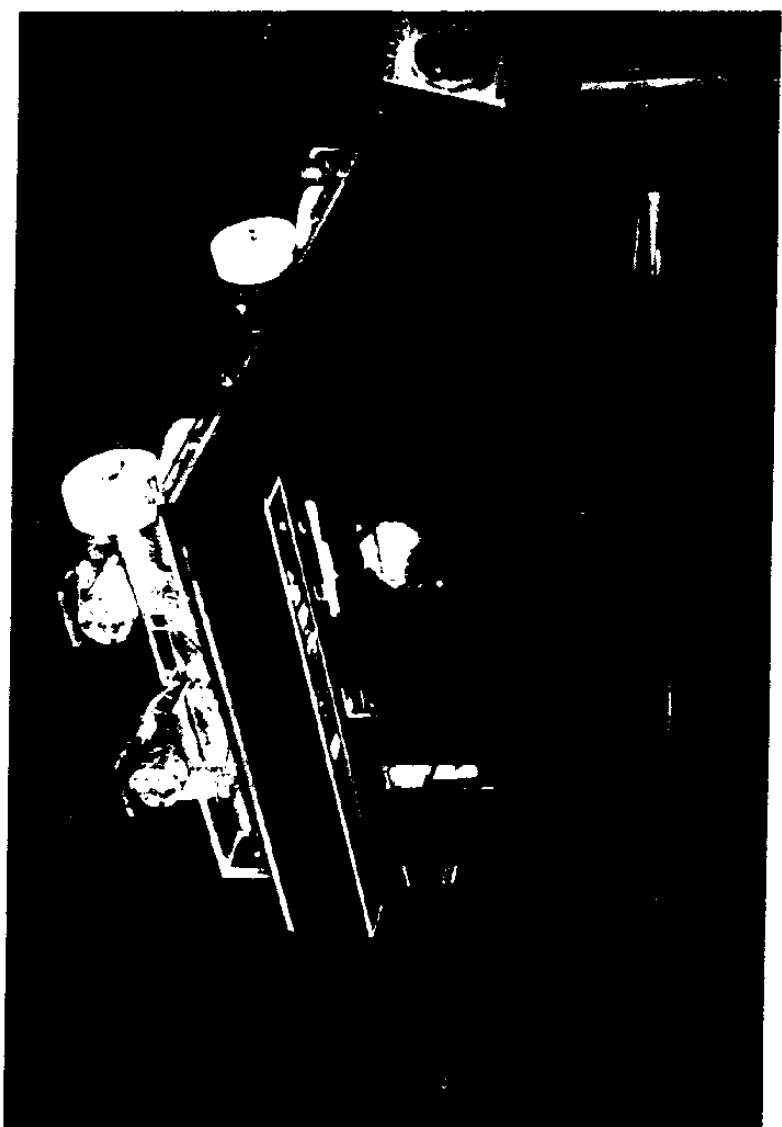
محرک رویات می فرستد. کنترلر اصلی مورد استفاده از طریق تحلیل دینامیکی سیستم و تجربه قابل طراحی است. کنترلر موتورهای فرمان را نیز می توان PD یا PID در نظر گرفت.

ضمائم

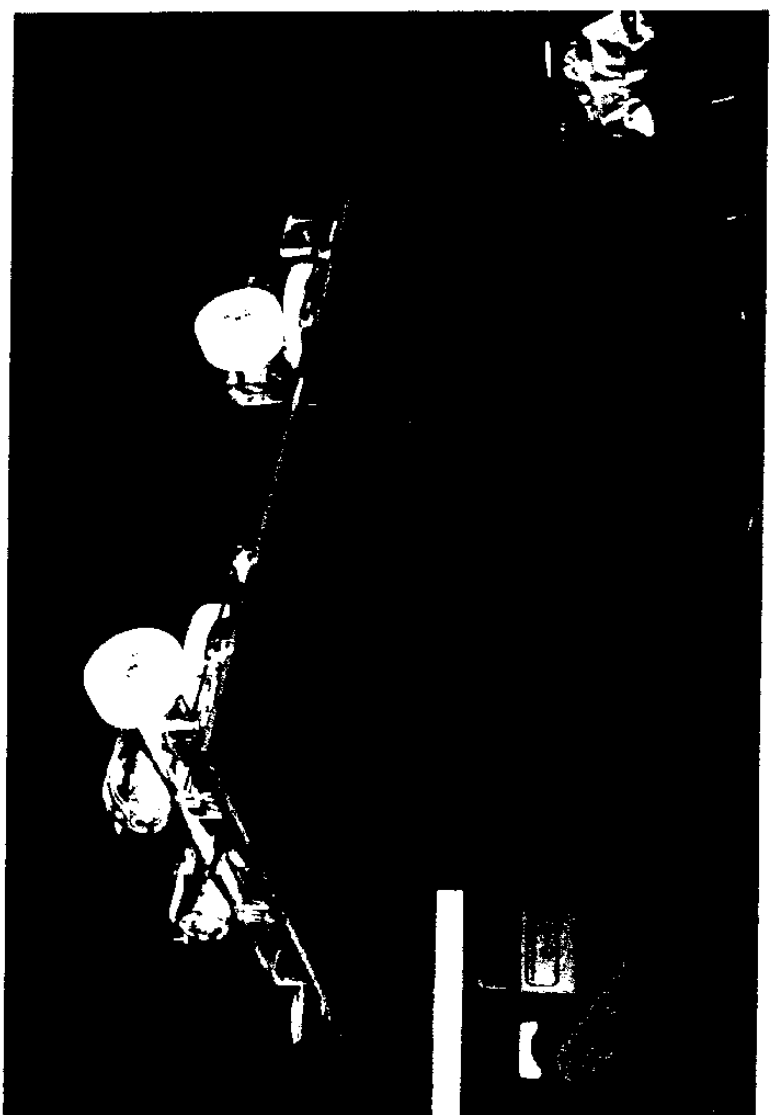
ضمیمه ۱

عکس‌هایی از simulation روبات

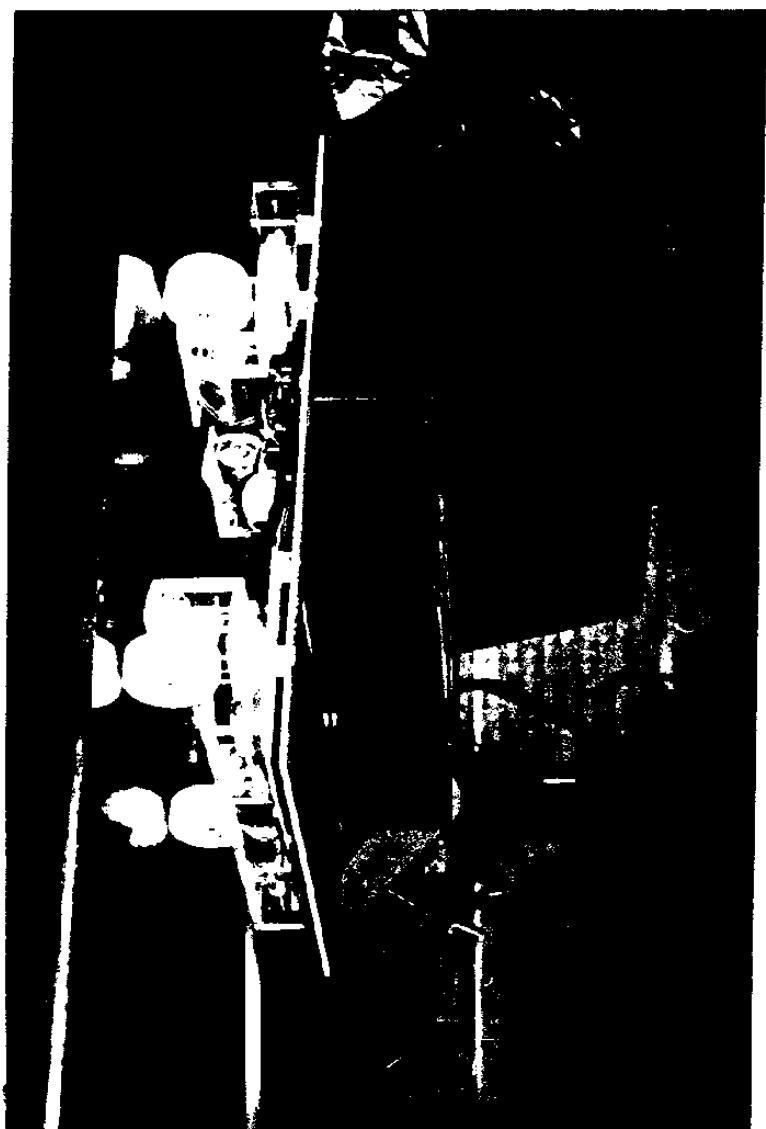
و روبات ساخته شده



همای از پشت روایت ساخته شده بدون بازو



وضعیت چرخها در هنگام حرکت روبات به جلو یا عقب

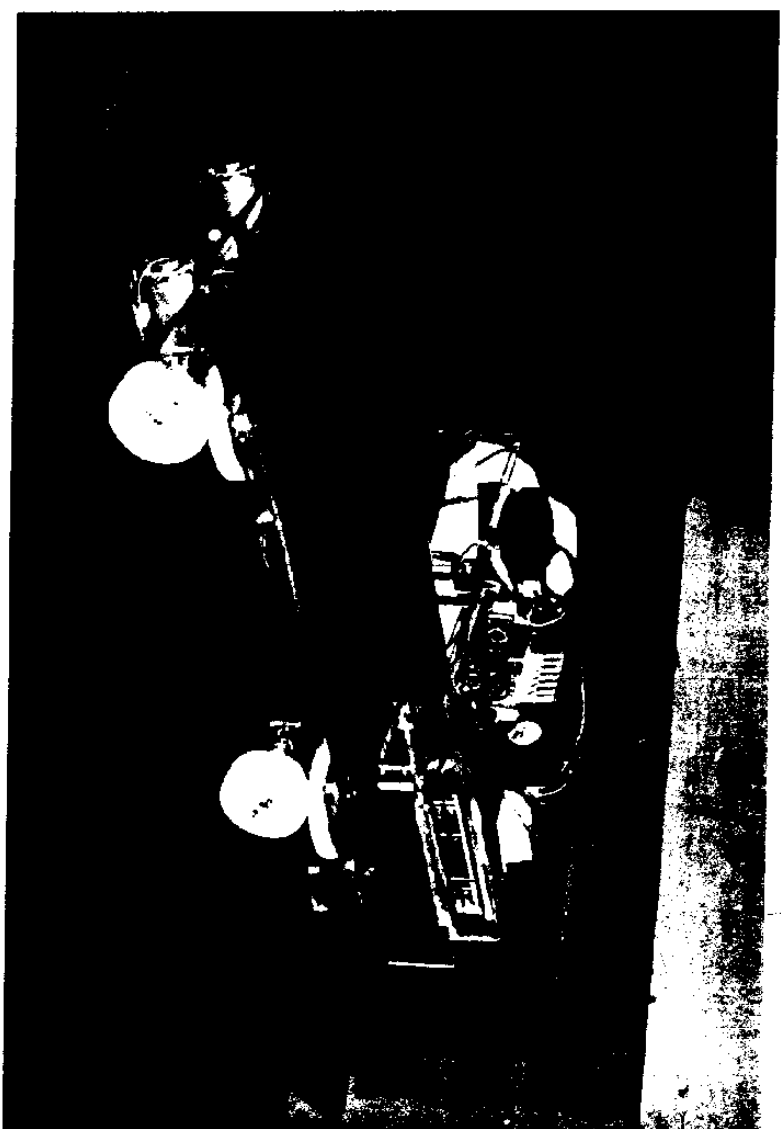


وضعیت پر خها در هنگام حرکت روبات به چپ یا راست

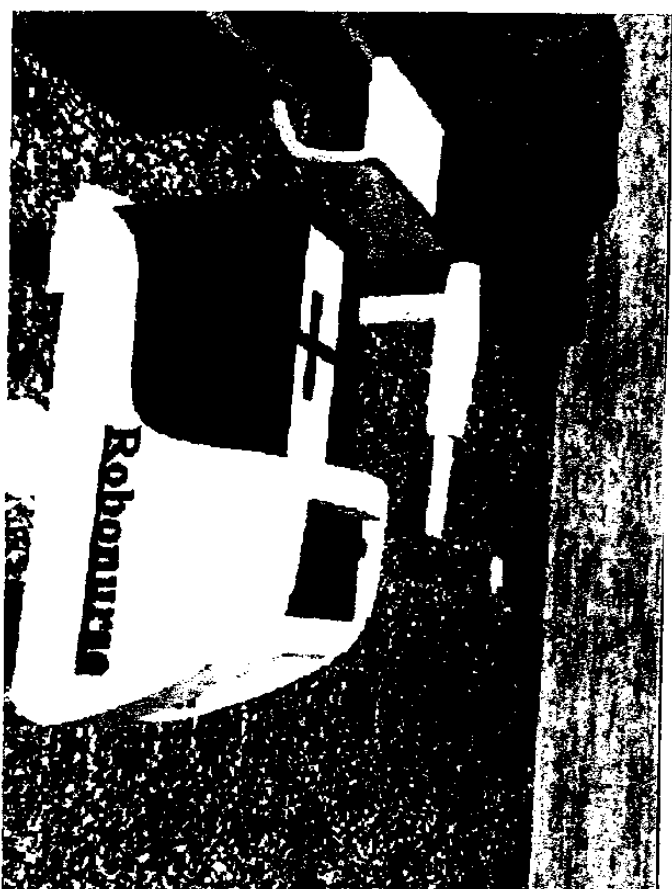


وضعیت چرخها در هنگام چرخش رو بهت حول مرکز هندسی خود

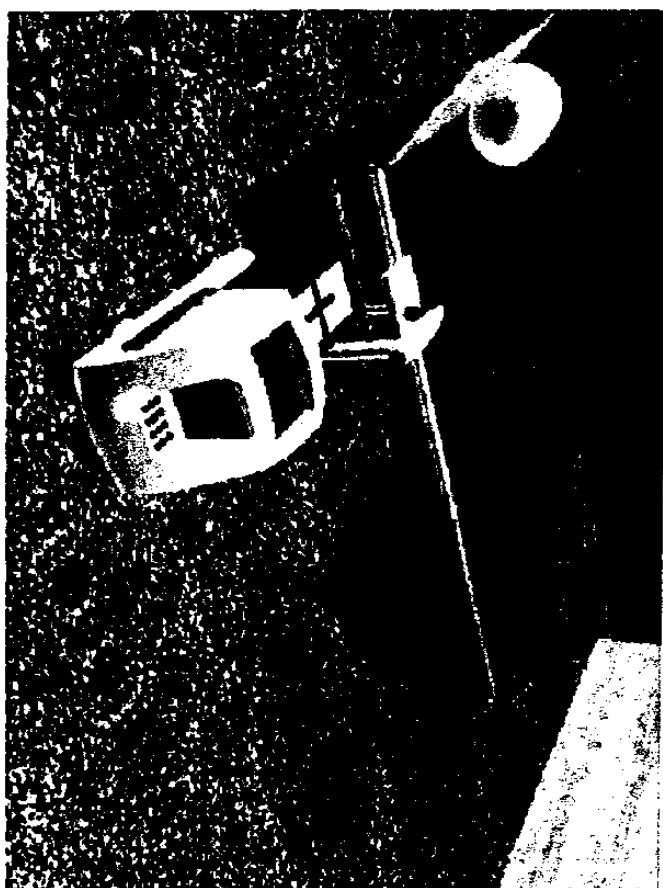
به منظور تغییر جهت



نمایی از قسمتهای الکترونیکی روبات ساخته شده



تصویری از شبیه سازی روبات پرستار، زمانی که روبات در موقعیت مناسب نسبت به تخت بیمار قرار گرفته و در حال برداشتن دارو از روی میز روبات میباشد.



تصویری از شبیه سازی روبات پرستار، زمانی که روبات در موقعیت مناسب نسبت به تخت بیمار قرار گرفته و در حال گذاشتن دارو بر روی میز بیمار میباشد.

ضمیمہ ۲

حل معادلات فصل ششم

```

> equ[1] := -f*sin(x) + mu*n*cos(y) = -m*l*wp^2*cos(a);
equ[2] := f*cos(x) + mu*n*sin(y) = -m*l*wp^2*sin(a);
equ[3] := n = m*g + fp;
equ[4] := mu*n*r*sin(y) = tm;
equ[5] := (Mp + mu*n*r*cos(y)) * cos(s) - M*sin(s)
= ix*w*wp*cos(s);
equ[6] := (Mp + mu*n*r*cos(y)) * sin(s) + M*cos(s)
= ix*w*wp*sin(s);
equ[7] := s = w*t;
equ[8] := fz + fp = mp*g;
equ[9] := -fx + f*sin(x) = -mp*kp*wp^2*cos(a);
equ[10] := fy + f*cos(x) = mp*kp*wp^2*sin(a);
equ[11] := M - f*l*cos(a-x) - Mz = 0;
equ[12] := Mp - fp*l*sin(a) - My = 0;
equ[13] := fp*l*sin(a) = Mx; equ[14] := k*wp = r*w*
exp(-(m+mp)*g*abs(tan(a)) / (n*mu));

```

>

$$equ_1 := -f \sin(x) + \mu n \cos(y) = -m l w p^2 \cos(a)$$

$$equ_2 := f \cos(x) + \mu n \sin(y) = -m l w p^2 \sin(a)$$

$$equ_3 := n = m g + f p$$

$$equ_4 := \mu n r \sin(y) = t m$$

$$equ_5 :=$$

$$(M p + \mu n r \cos(y)) \cos(s) - M \sin(s) = i x w w p \cos(s)$$

$$equ_6 :=$$

$$(M p + \mu n r \cos(y)) \sin(s) + M \cos(s) = i x w w p \sin(s)$$

$$equ_7 := s = w t$$

$$equ_8 := fz + fp = mp g$$

$$equ_9 := -fx + f \sin(x) = -mp kp wp^2 \cos(a)$$

$$equ_{10} := fy + f \cos(x) = mp kp wp^2 \sin(a)$$

$$equ_{11} := M - fl \cos(-a + x) - Mz = 0$$

$$equ_{12} := Mp - fp l \sin(a) - My = 0$$

$$equ_{13} := fp l \sin(a) = Mx$$

$$equ_{14} := k wp = r we \left(-\frac{(m + mp) g |\tan(a)|}{n \mu} \right)$$

```
> q:=solve({equ[1],equ[2],equ[3],equ[4],equ[5],
equ[6],equ[7],equ[8],equ[9],equ[10],equ[11],
equ[12],equ[13],equ[14] },
{ tm , M ,Mp, fp, n, y, x, f, fy, fx, Mx,
My, w, s});
```

```
>
```

```
qqq:= { fp=-fz+mp g, Mx=-l sin(a) fz+l sin(a) mp g,
```

$$n = m g - fz + mp g, fy = -\frac{1}{2} (-\sin(a) \%2 - \%10 + \%9$$

$$- 2 m wp^2 \cos(a) Mz + 2 \%8 + \%7 - 2 \%6 - 2 \%5 + \%4$$

$$- 2 mp kp wp^4 \sin(a) m l \sqrt{\%3}) / (m l wp^2 \sqrt{\%3}), y =$$

$$\arctan\left(-\frac{1}{2} (-\sin(a) \%2 + \%10 + \%9 - 2 m wp^2 \cos(a) Mz$$

$$+ 2 \%8 + \%7 - 2 \%6 - 2 \%5 + \%4) / ($$

$$m l wp^2 (m g - fz + mp g) \mu), -\frac{1}{2} (-\cos(a) \%2 + \%17 + \%16$$

$$\begin{aligned}
& + 2 Mz m wp^2 \sin(a) + 2 \%15 + \%14 - 2 \%13 - 2 \%12 \\
& + \%11) / (m l wp^2 (m g - fz + mp g) \mu) \Big), M = \sqrt{\%2} l \cos \Big(\\
& -a + \arctan \Big(-\frac{1}{2} (-\cos(a) \%2 - \%17 + \%16 \\
& + 2 Mz m wp^2 \sin(a) + 2 \%15 + \%14 - 2 \%13 - 2 \%12 \\
& + \%11) / (m wp^2 \sqrt{\%2} l), \frac{1}{2} (-\sin(a) \%2 - \%10 + \%9 \\
& - 2 m wp^2 \cos(a) Mz + 2 \%8 + \%7 - 2 \%6 - 2 \%5 + \%4) / (\\
& \sqrt{\%2} m l wp^2) \Big) \Big) + Mz, My = \frac{1}{2} (g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 m^2 \\
& + 2 g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 mp m + g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 mp^2 \\
& - 2 g r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz m - 2 g r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz mp \\
& + r^2 \%1 \cos(a) f^2 wp^4 m^2 + 2 m r^2 \%1 Mz wp^2 \sin(a) \\
& + 2 ix k wp^4 m l - r^2 \%1 \cos(a) \%2 + r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz^2 \\
& + 2 f^2 \sin(a) fz \%1 r m wp^2 - 2 f^2 \sin(a) mp g \%1 r m wp^2) \\
& / (\%1 r m l wp^2), x = \arctan \Big(-\frac{1}{2} (-\cos(a) \%2 - \%17 + \%16 \\
& + 2 Mz m wp^2 \sin(a) + 2 \%15 + \%14 - 2 \%13 - 2 \%12 \\
& + \%11) / (m wp^2 \sqrt{\%2} l), \frac{1}{2} (-\sin(a) \%2 - \%10 + \%9 \\
& - 2 m wp^2 \cos(a) Mz + 2 \%8 + \%7 - 2 \%6 - 2 \%5 + \%4) / (\\
& \sqrt{\%2} m l wp^2) \Big), w = \frac{k wp}{r \%1}, s = \frac{k wp t}{r \%1}, fx = -\frac{1}{2} (-\cos(a) \%2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \%17 + \%16 + 2 Mz m wp^2 \sin(a) + 2 \%15 + \%14 - 2 \%13 \\
& - 2 \%12 + \%11 - 2 mp kp wp^4 \cos(a) m l \sqrt{\%3}) / (\\
& m l wp^2 \sqrt{\%3}), tm = -\frac{1}{2} r (-\sin(a) \%2 + \%10 + \%9 \\
& - 2 m wp^2 \cos(a) Mz + 2 \%8 + \%7 - 2 \%6 - 2 \%5 + \%4) / (\\
& \sqrt{\%3} wp^2 l m), f = \sqrt{\%2}, Mp = \frac{1}{2} (g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 m^2 \\
& + 2 g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 mp m + g^2 r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 mp^2 \\
& - 2 g r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz m - 2 g r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz mp \\
& + r^2 \%1 \cos(a) f^2 wp^4 m^2 + 2 m r^2 \%1 Mz wp^2 \sin(a) \\
& + 2 ix k wp^4 m l - r^2 \%1 \cos(a) \%2 + r^2 \%1 \cos(a) \mu^2 fz^2) / \\
& (\%1 r m l wp^2) \} \\
& \%1 := e^{\left(-\frac{(m+mp) g |\tan(a)|}{(m g - fz + mp g) \mu} \right)} \\
& \%2 := \mu^2 m^2 g^2 + \mu^2 fz^2 - 2 \mu^2 fz mp g + \mu^2 mp^2 g^2 \\
& - 2 \mu^2 m g fz + 2 \mu^2 m g^2 mp + m^2 f^2 wp^4 + 2 \text{sqrt}(\\
& -m^2 wp^4 Mz^2 - 2 m^3 f^2 wp^4 \mu^2 g fz + m^2 f^2 wp^4 \mu^2 mp^2 g^2 \\
& + 2 m^3 f^2 wp^4 \mu^2 g^2 mp + m^2 f^2 wp^4 \mu^2 fz^2 + m^4 f^2 wp^4 \mu^2 g^2 \\
& - 2 m^2 f^2 wp^4 \mu^2 fz mp g) \\
& \%3 := \sin(a)^2 + \cos(a)^2 \\
& \%4 := \mu^2 mp^2 g^2 \sin(a) \\
& \%5 := \mu^2 m g fz \sin(a) \\
& \%6 := \mu^2 fz mp g \sin(a)
\end{aligned}$$

$$\%7 := \mu^2 f z^2 \sin(a)$$

$$\%8 := \mu^2 m g^2 m p \sin(a)$$

$$\%9 := \mu^2 m^2 g^2 \sin(a)$$

$$\%10 := m^2 f^2 w p^4 \sin(a)$$

$$\%11 := \cos(a) \mu^2 m p^2 g^2$$

$$\%12 := \cos(a) \mu^2 m g f z$$

$$\%13 := \cos(a) \mu^2 f z m p g$$

$$\%14 := \cos(a) \mu^2 f z^2$$

$$\%15 := \cos(a) \mu^2 m g^2 m p$$

$$\%16 := \cos(a) \mu^2 m^2 g^2$$

$$\%17 := \cos(a) m^2 f^2 w p^4$$

>

>

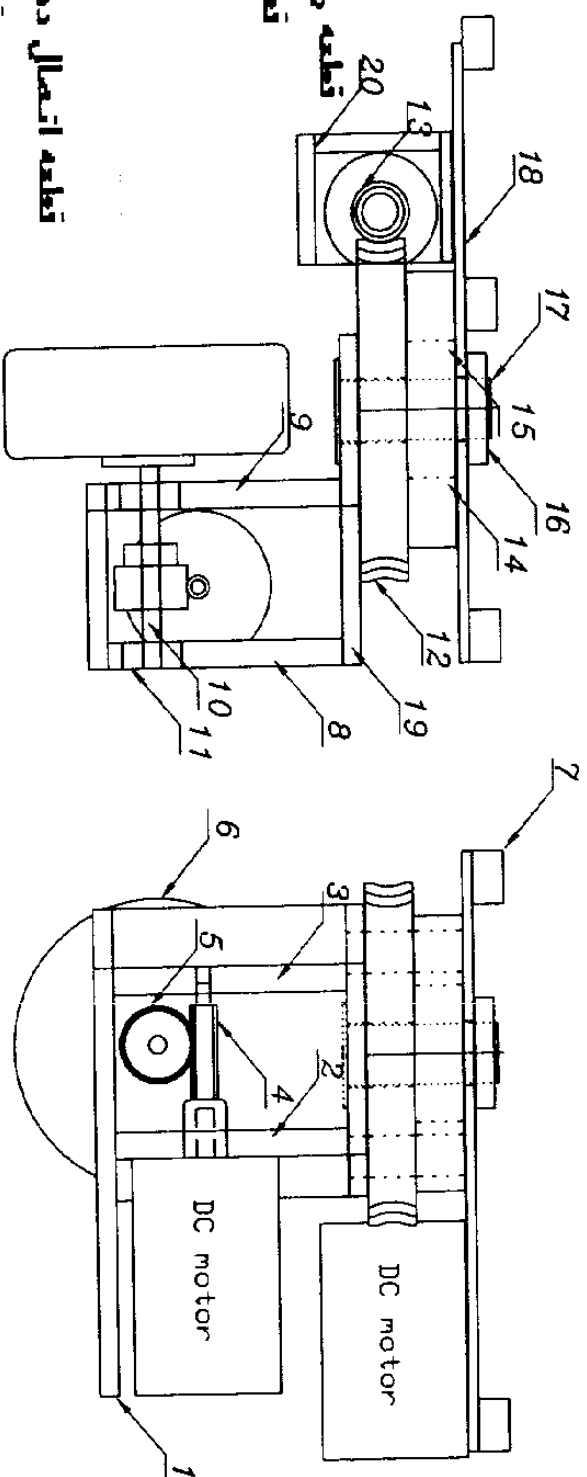
ضمیمه ۳

نقشهای اجرایی

واحد

محرک - فرمان

- 1- قطعه زیر پونت گیربکس
- 2- قطعه رو به موتور پونت گیربکس
- 3- قطعه جلوبی پونت گیربکس
- 4- حلزون
- 5- چرخ حلزون
- 6- چرخ
- 7- قطعه اتصال دهنده کل واحد به زیر روپات
- 8- قطعه کنار پونت گیربکس
- 9- قطعه رو به چرخ پونت گیربکس
- 10- خات
- 11- بلبرینگ ساچمه ای
- 12- چرخ حلزون
- 13- حلزون
- 14- قطعه واسط بین چرخ حلزون و صفحه اصلی
- 15- بلبرینگ کن گرد
- 16- بلبرینگ کن گرد
- 17- خار ارتباط دهنده
- 18- صفحه اصلی کل واحد محرک - فرمان
- 19- قطعه روی گیربکس
- 20- پونت حلزون واحد فرمان



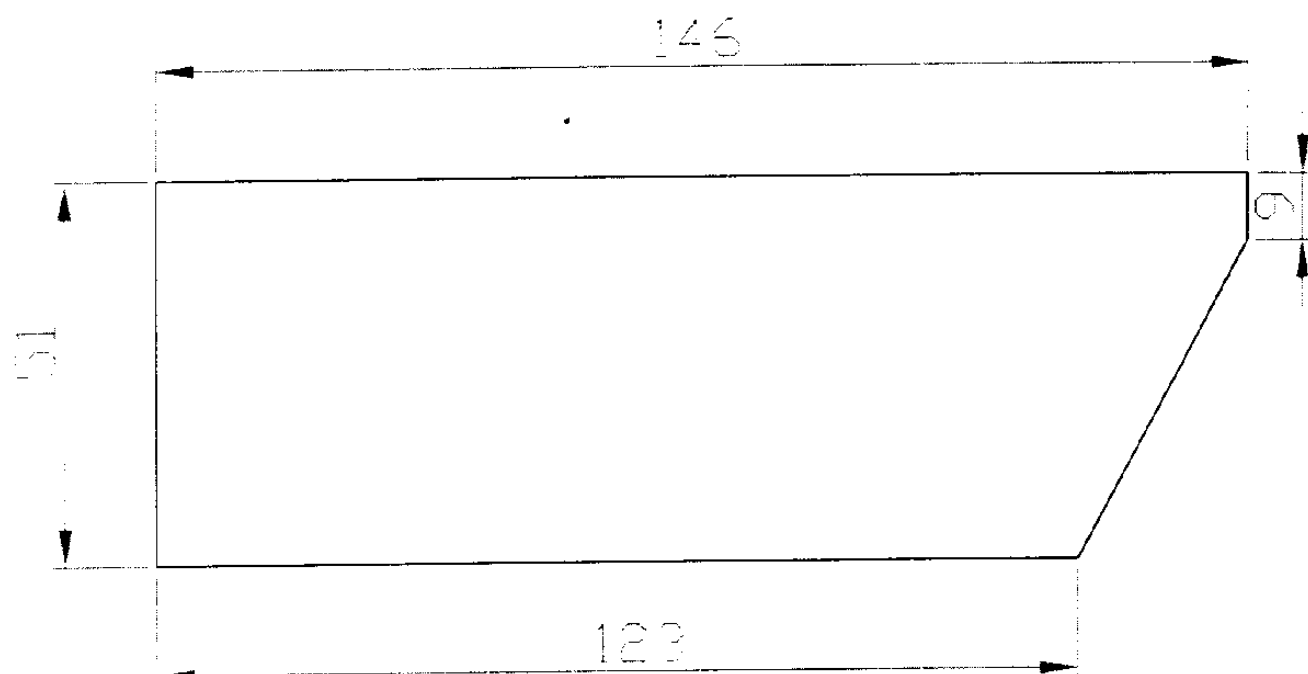
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasirani

Draw : Navid Ghafaradegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-00	4	Plexi	DIN 7168



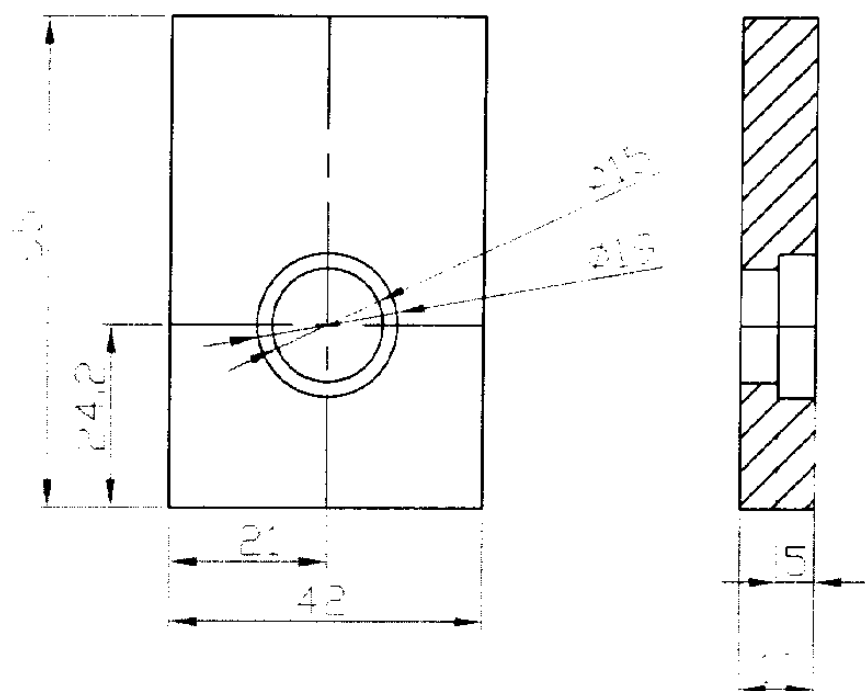
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-01	1	Plexi	DIN 7168



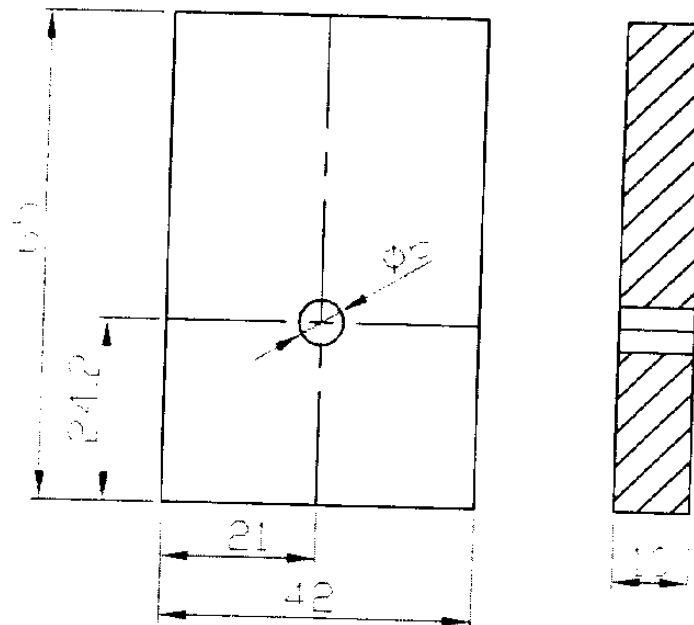
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-02	1	Plexi	DIN 7168



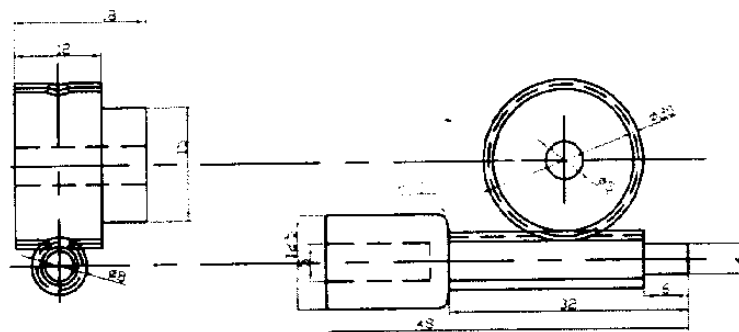
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-03	1	Plexi	DIN 7168



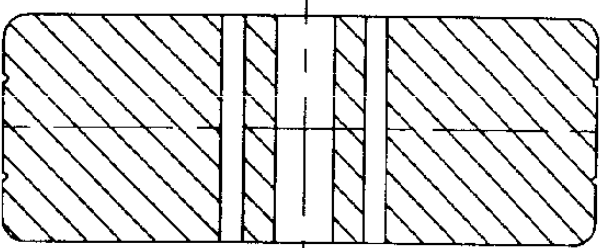
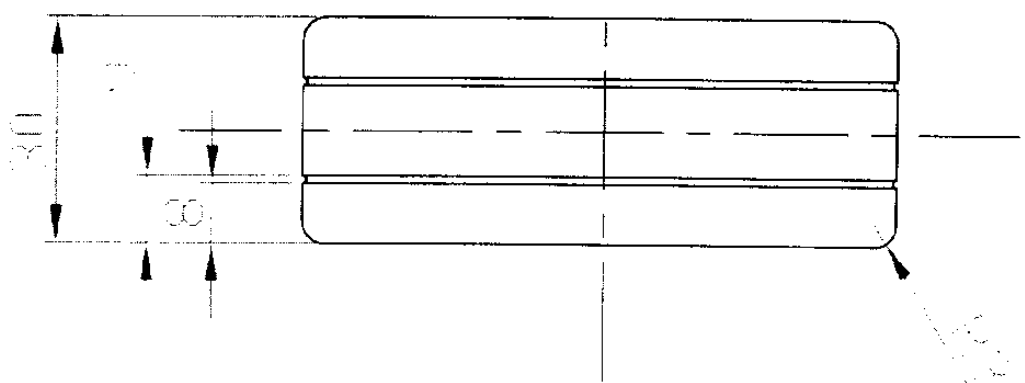
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-04,05	1	Bronz,teflon	DIN 7168

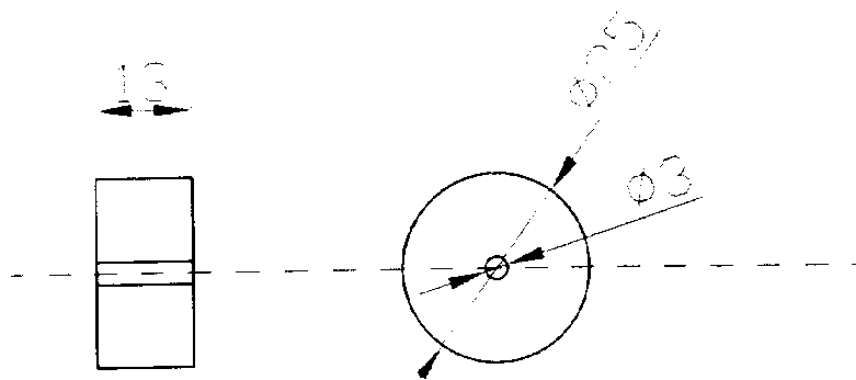


SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasirvari
Draw : Navid Chaharadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-06	1	Teflon	DIN 7168



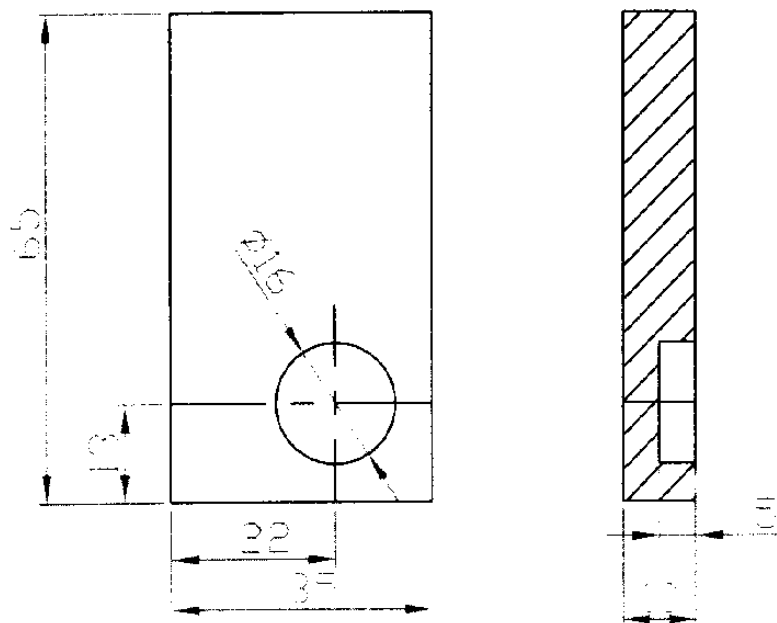
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-07	1	Plexi	DIN 7168



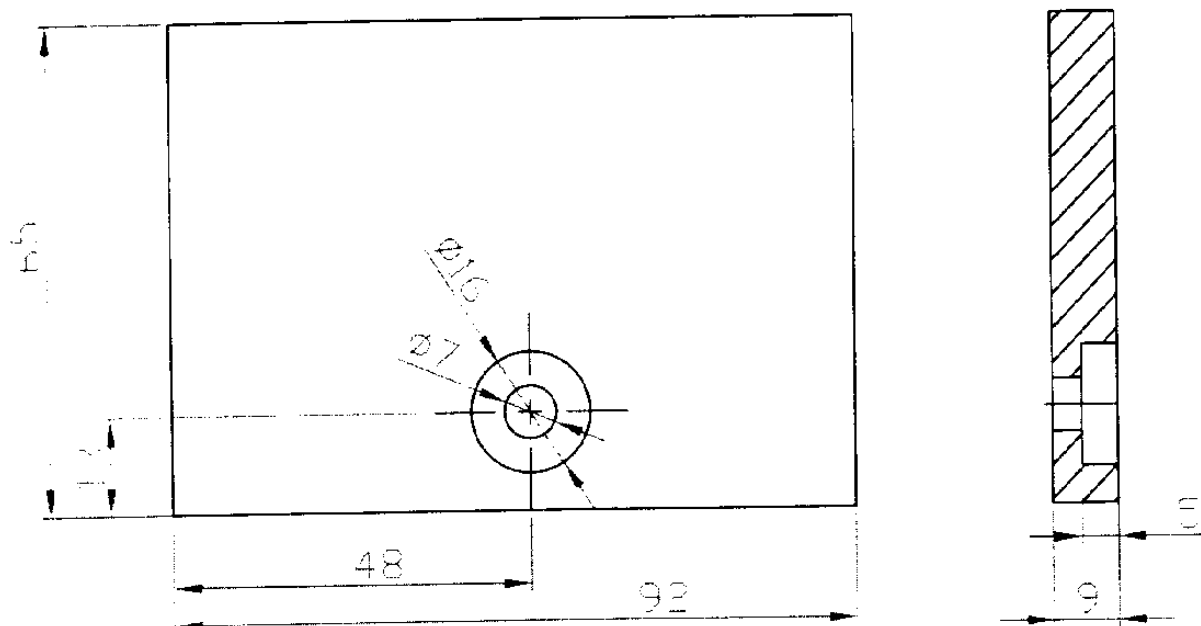
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Farough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-08	1	Plexi	DIN 7168



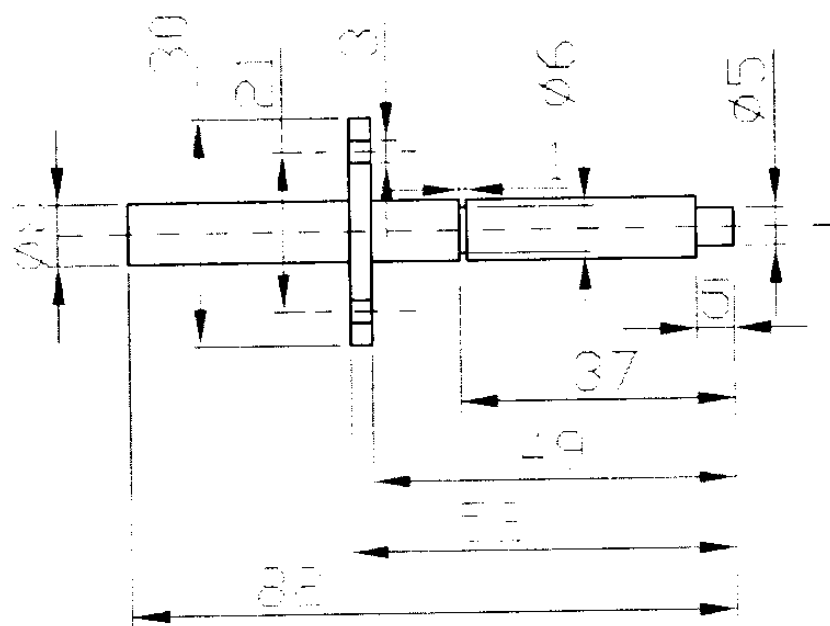
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-09	1	Plexi	DIN 7168



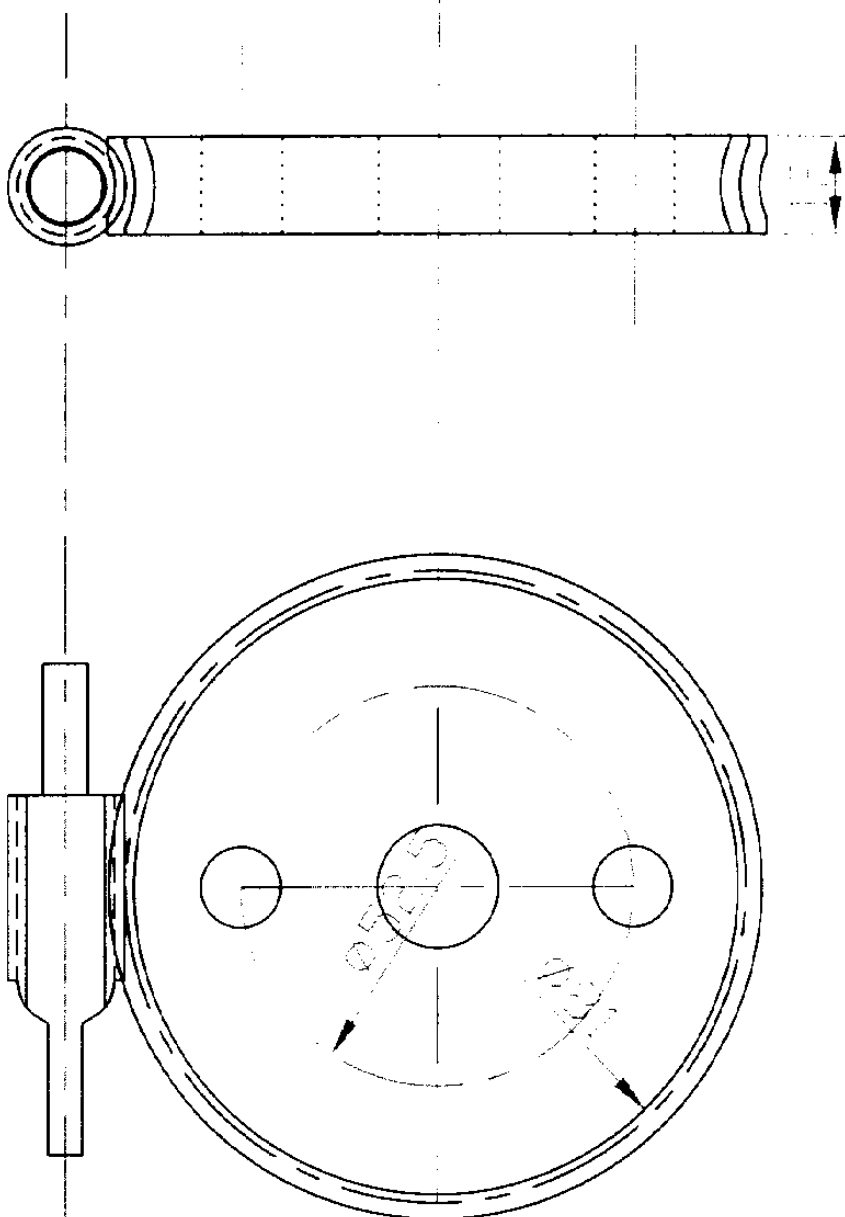
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzedegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-10	1	ST_37	DIN 7168

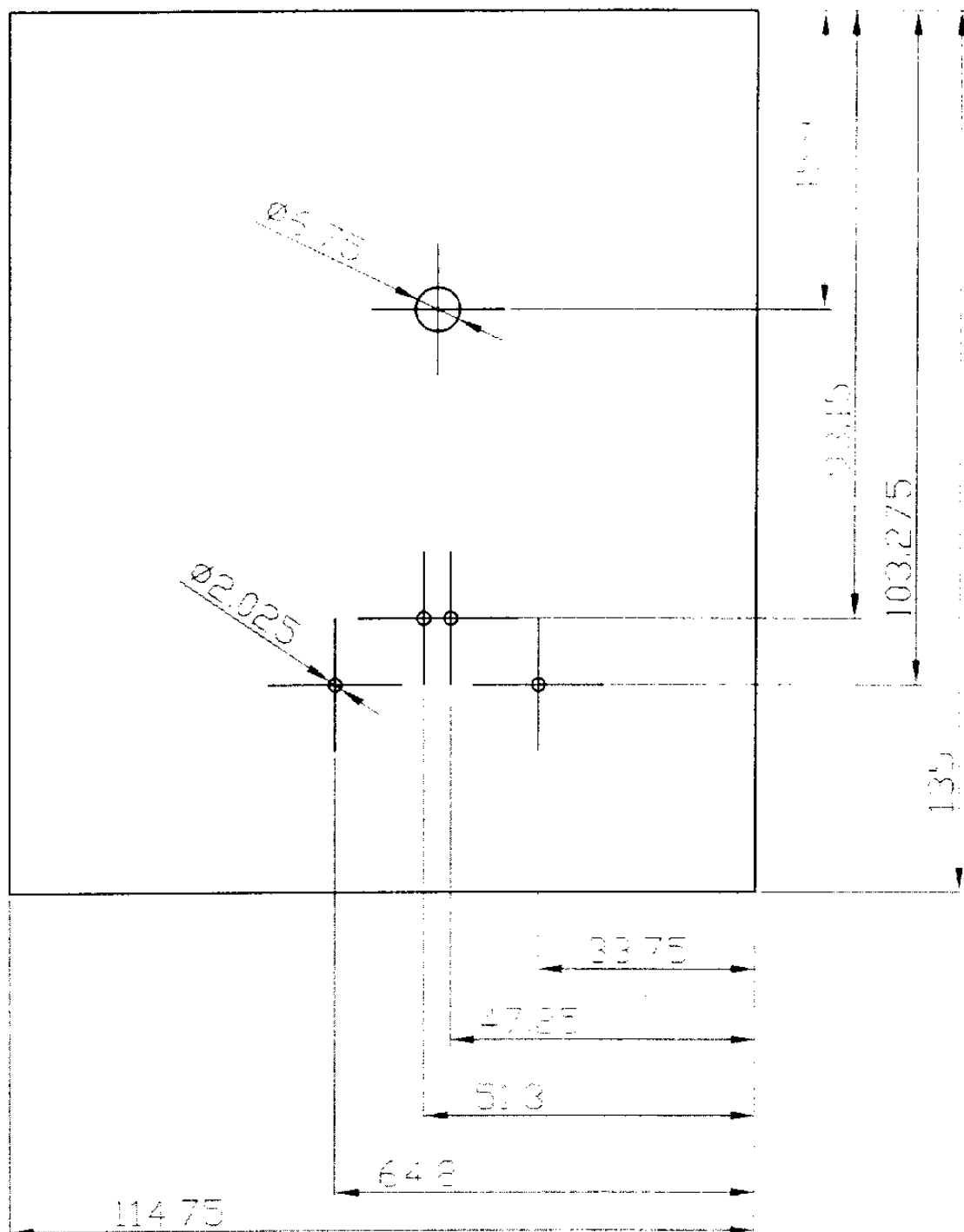


SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse Robot

Design : Amir Ali Farouq Hashmi
Draw : Nayid Ghaifarsadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-12.13	1	Teflon,bronz	DIN 7168



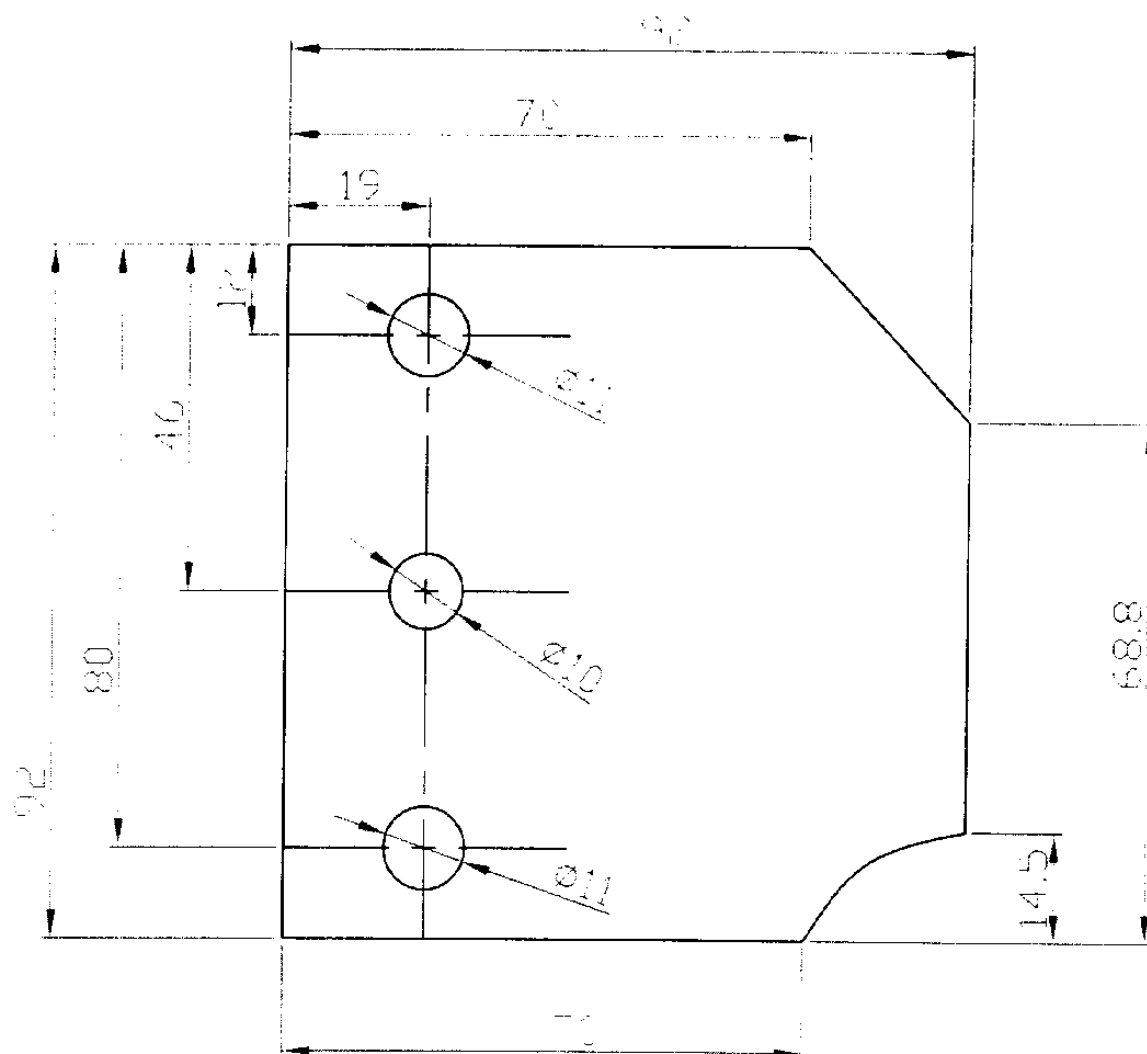
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir AH. Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghafeezadehgan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-18	1	Flexi	DIN 7168



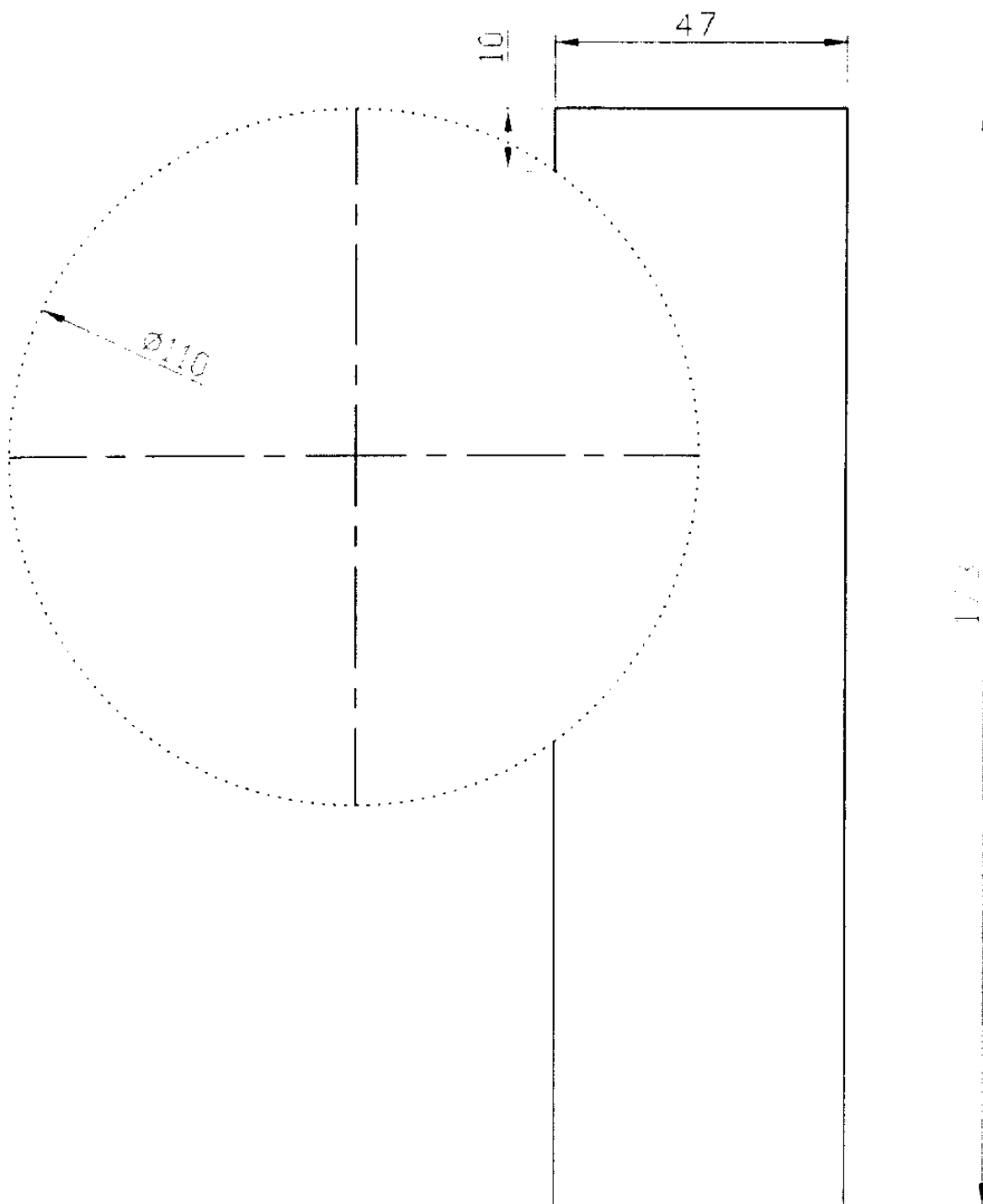
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-19	1	Plexi	DIN 7168



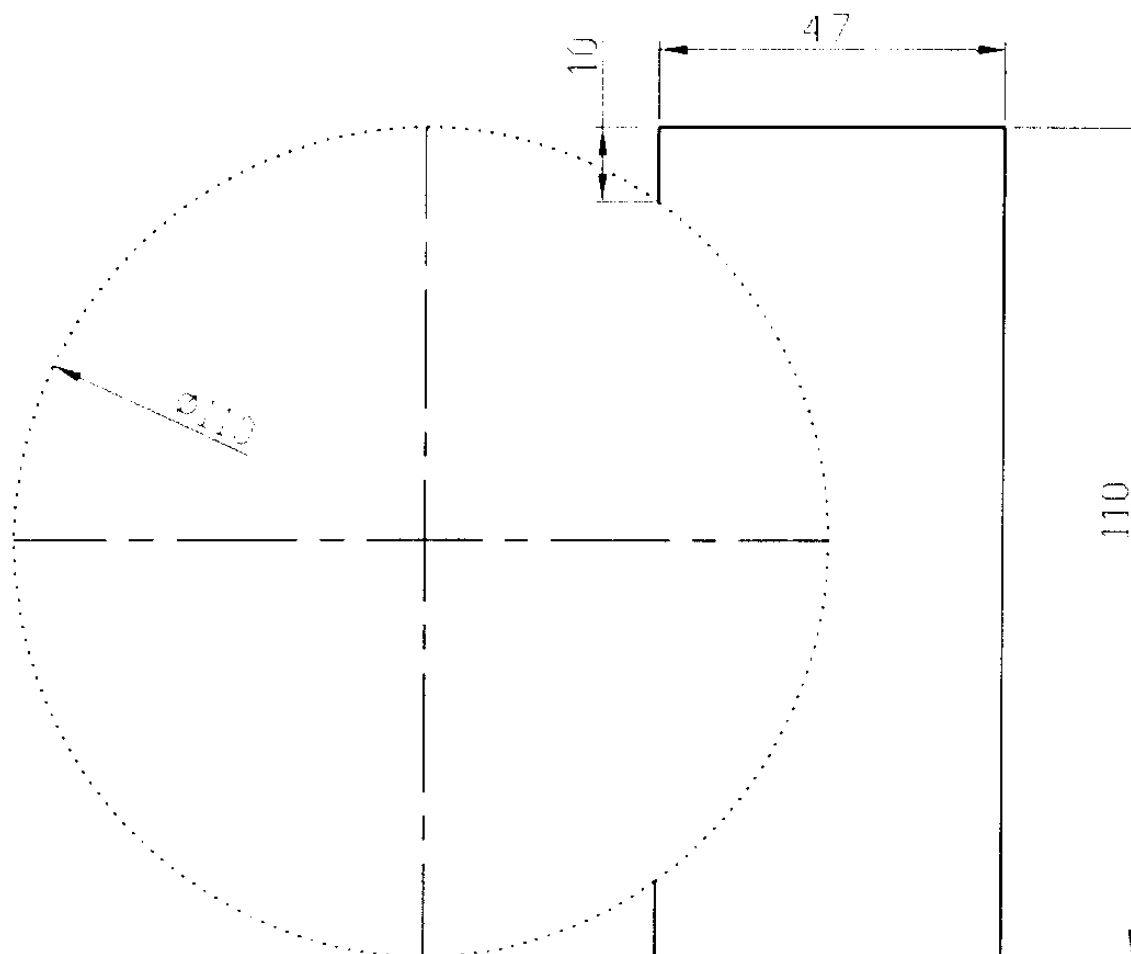
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Porough Nasiraei

Draw : Navid Chafferzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-20	1	Plexi	DIN 7168



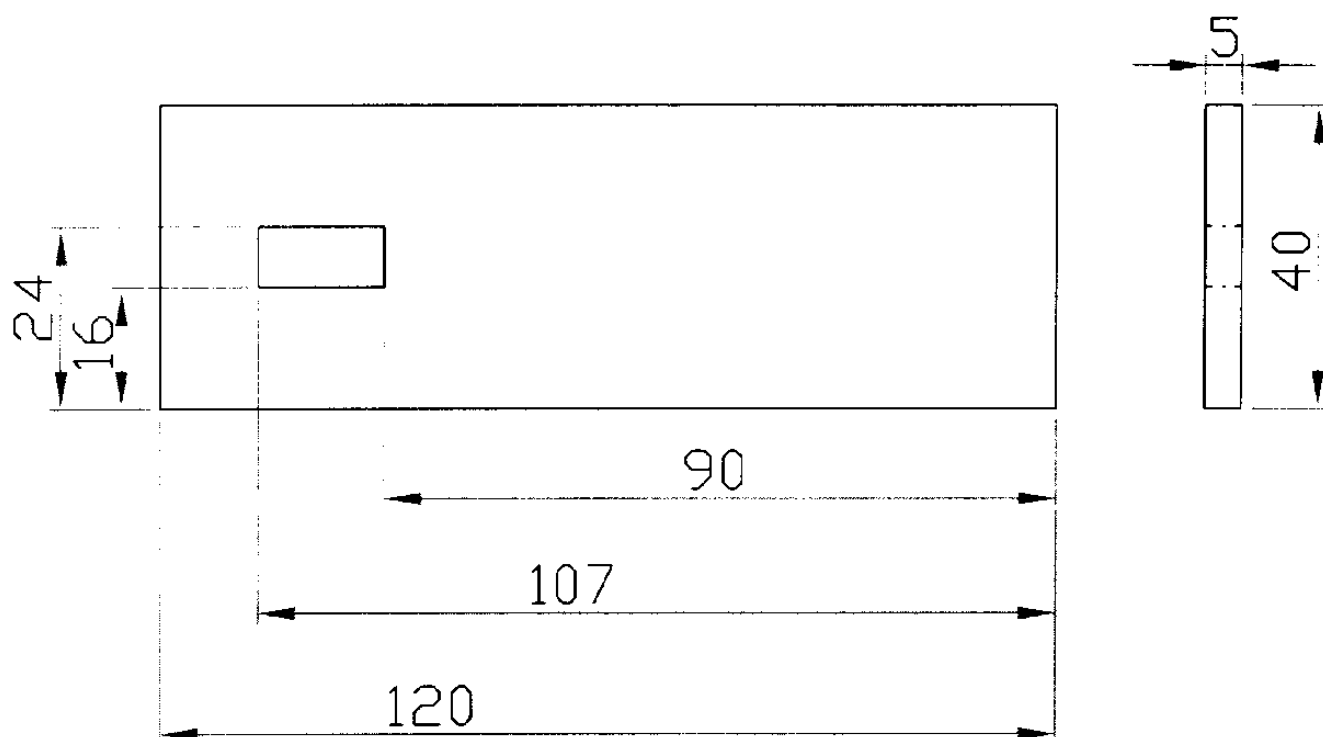
SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-20	1	Plexi	DIN 7168



SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Nurse ROBOT

Design : Amir Ali Forough Nasiraei

Draw : Navid Ghaffarzadegan

Code	Quantity	Quality	Tolerance
R01-20	1	Plexi	DIN 7168

- [1] J. Borenstein, "Development of a Nursiny Robot." ph.D.thesis University of Michigan, 1986.
- [2] WWW.Lineone. net/express/ 00/02/28/news/n2340 robot- d. html.
- [3] Borenstein, j. and koren, Y "A Mobile Platform for Narsiny Robots". IEEE Transations on Industrial Electronic May 1985, pp. 158-165.
- ۴- دوگاس (ترجمه جمعی از اعضاء هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی) اصول مراقبت از بیمار، چاپ اول، تهران، انتشارات معاونت پژوهشی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی.
- ۵- گزارش وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی، بهار ۱۳۷۸ .
- ۶- موسوی، ملیحه السادات. عالیخانی، مریم ، روشهای پرستاری بالینی ، چاپ اول، تهران، انتشارات امید انقلاب، پاییز ۱۳۷۷ .
- ۷- شاهرکنی، فخری، اصول پرستاری از بیمار، چاپ اول، قم ، انتشارات قلم قم ، زمستان ۱۳۷۴ .
- ۸- ارنست نویفرت (ترجمه ر.ن . ملامد) . اطلاعات معماری، چاپ هشتم، تهران ، انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ، ۱۳۷۵
- [9] Medical Equipment Manual, schmitz Referece work, 1999/2000.
- ۱۰- دکتر منصور جم زاده، مهندس امیر علی فروغ نصیری، مهندس فرید مبصر، رضا قربانی ، سید بشیر سجاده، احسان چینی فروشان، حمیدرضا چیت ساز، مسلم کاظمی، طراحی و ساخت روباتهای فوتبالیست، دانشگاه صنعتی شریف، کسب مقام اول در بازیهای جهانی فوتبال روبات ها (Robocup) ، استکهلم، سوئد، تابستان ۱۳۷۸ - کسب مقام اول در بازیهای اروپایی فوتبال روباتها، آمستردام، هلند، بهار ۱۳۷۹ - کسب مقام سوم در بازیهای جهانی روباتهای فوتبالیست ، ملبورن، استرالیا، تابستان ۱۳۷۹ .
- [11] J. Borenstin, H. R. Evevett , and I. Seny," Where and I sensores and Methods for Mobile Robot Positioning" University of Mechiquan, 1996.

[12] G. Podnor , K. Duwliny, M. Blockweell "A Functional Vehicle for Autonomus Mobile Robot Research Technucal Report," CMU -RI - IR- 84-28 Autonomous Mobile Robots laboratory the Robotics Institute carnegic, Mellon University.

[13] B. Corlisle, "An Omni- Directional Mobile Robot", Stan Ford University.

۱۴- دکتر علی مقداری و مهندس فائزه میرفخرایی، "مکانیک و کنترل در روباتیک" ترجمه، چاپ

دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، اسفند ۱۳۷۷ .

۱۵- دکتر ایرج شادروان "طراحی اجزاء ماشین"، ترجمه ، چاپ اول، انتشارات علم و صنعت،

اردیبهشت ۱۳۷۱ .

[16] Meriam , james, "Dynamics" 2d ed ., SI- version, New York, Wiley , 1975.

Abstract

Today, usage of engineering technology and automation in medical sciences has opened a new horizon to automated servicing. There, employing robots as a nurse in medical centers becomes a common outlook.

In this project, the necessity to design and manufacture a robot nurse has been demonstrated by studying tasks of a nurse in comparison to the specifications of a robot and its adaptation capabilities. Since many capabilities of a robot nurse depend on the movements of the robot, the focus was on design and manufacture of the moving-platform of the robot. To identify the motional and dimensional characteristics of the robot nurse, hospital environments and movement paths of the robot in corridors, entries, doorways and elevators were studied. This yielded the maximum dimensioning of 80, 60 and 150 cm for length, width and height, respectively. Then, in order to minimize the power consumption of the robot, kinetics and kinematics of some mechanisms were completely analyzed. Finally, a mechanism that satisfied all the conditions of a robot nurse was designed and a sample prototype of it was presented.

Keywords:

1. Robot
2. Robot Nurse
3. Medical Automation

