



دانشکده فنی و مهندسی  
گروه مهندسی برق

پروژه پایانی دوره کارشناسی مهندسی برق کنترل

عنوان:

مطالعه و بررسی ساختار و نحوه عملکرد سیستم کنترلی **KELK** دانشگاه زنجان

استاد راهنما:

دکتر ابوالفضل جلیلود

پدید آورنده:

پوریامحمودی

تابستان ۹۵



## چکیده:

کیفیت لبه‌های کلاف ورق برای مصرف کنندگان ورق‌های فولادی از اهمیت بالایی برخوردار است. ارزش افزوده حاصل از عملیات خطوط نورد نیز به تولید کلاف‌های با کیفیت وابسته است. مهم‌ترین پارامترهای کنترل کیفی در نورد گرم ضخامت، عرض و شکل نوار است. مخصوصاً پهنای ورق نقش مهمی در کیفیت

آن بر عهده دارد. اختلاف بین مقدار واقعی عرض و مقدار مرجع که حاشیه پهنای نامیده می‌شود، به عنوان معیاری برای کیفیت ورق استفاده می‌شود. دسته‌ای از سیستم‌های سنجش عرض نوار و تعیین موقعیت لبه

یا خط وسط نوار که دارای ساختاری هستند که کاربرد آنها را به نوارهای سرد محدود نکرده و با تمهیداتی،

در خطوط نورد گرم نیز کاربرد دارند، برای تأمین کیفیت ورق‌ها به کار گرفته می‌شود. یکی از شرکت‌های

مهم تولیدکننده این سیستم‌ها، شرکت **KELK** کانادا می‌باشد. بی‌نیازی از نور پس زمینه به علت

بهره‌مندی این سیستم از تکنولوژی جدید به صورت اسکن پرتوهای مادون قرمز ساطع شده از سطح ورق

داغ، به‌کارگیری الگوریتم‌های محاسباتی و پردازشی بسیار مناسب و تکنولوژی اسکن خطی دوربین‌های

به‌کار گرفته شده و ساختار قرار گیری آنها و استفاده از محاسبات مثلثاتی، باعث شده که اندازه‌گیری‌های

این سیستم در شرایط حرکتی مختلف نوار و حتی بال‌زدگی آن با دقت بالا و در زمان بسیار مطلوب گزارش

شوند. این سیستم با به‌کارگیری یک منبع نور پس زمینه می‌تواند در نورد سرد نیز به‌کار گرفته شود. در

فصل اول این پایان‌نامه به صورت نسبتاً کلی به بررسی قسمت‌های مختلف و معرفی آنها و کاربردها در

سیستم‌های **KELK** که در شکل ۱-۱ در چهار محل مختلف نصب شده است می‌پردازیم. این قسمت‌های

مختلف عبارتند از تجهیزات **Accuscan**، **Accuband** و **Accucrop** که از بخش‌های

عمده و اصلی سیستم‌های **KELK** به‌شمار می‌رود. همچنین در این فصل توضیحات مختصری درباره‌ی

سیستم عامل **KELK** و ارتباطات و شبکه و نیز نرم‌افزارهای **KELK** خواهیم داد. در فصل دوم تجهیزات

**Accuscan** و **Accspeed** که نقش اصلی و عمده را از بین چهار قسمت اصلی دارند، به صورت دقیق و

جزیی از لحاظ ریاضی و اجزای تشکیل‌دهنده و ورودی و خروجی‌های هر قسمت و... بررسی می‌کنیم.

## فهرست مطالب

### عنوان

فصل اول ساختار کلی سیستم KELK ..... ۱

مقدمه ..... ۱

۱-۱- تجهیزهای Accuscan و Accuspeed ..... ۳

۱-۲- سیستم Accuband ..... ۳

۱-۳- سیستم Accucrop ..... ۴

۱-۴- سیستم عامل بلادرنگ QNX ..... ۴

۱-۵- ارتباطات و شبکه ..... ۴

۱-۶- نرم افزار های KELK ..... ۵

فصل دوم تجهیزات Accuscan و Accuspeed ..... ۶

مقدمه: ..... ۶

۱-۲- تجهیز Accuscan ..... ۶

۱-۱-۲- بخش Sensor Head ..... ۸

۱-۲-۲- ورودیها و خروجیها ..... ۹

۱-۲-۳- نحوه تولید سیگنال MIV ..... ۱۰

۱-۲-۴- Junction Box ..... ۱۰

۱-۲-۵- نحوه محاسبه پارامترهای مربوط به HMD ..... ۱۲

۱-۲-۲- سرعت سنج لیزری (Laser Velocimeter) ..... ۱۵

۱-۲-۲- اجزای اصلی سیستم Accuspeed ..... ۱۵

۱-۲-۲- بخش Optics Head ..... ۱۶

۱-۲-۳- واحد نمایش یا Electronics Unit ..... ۱۶

۱-۲-۴- پانل جلوی واحد نمایش ..... ۱۷

۱-۲-۵- پانل عقب واحد نمایش ..... ۱۹

۱-۲-۶- ورودیها و خروجیها ..... ۲۰

۱-۲-۷- خروجی System Ready ..... ۲۱



## فهرست شکلها

### صفحه

### عنوان

- شکل (۱): بلوک دیاگرام سیستم KELK ..... ۲
- شکل (۱-۲): Camera HMD ..... ۷
- شکل (۲-۲): ورودی و خروجی های سیستم Camera HMD ..... ۸
- شکل (۳-۲): دیاگرام داخلی بخش Sensor Head ..... ۹
- شکل (۴-۲): برد Junction Box مربوط به Camera HMD ..... ۱۱
- شکل (۵-۲): کلید کنترل منبع نور لیزر و پورت سریال مربوط به Camera HMD در کابینت Accurop ..... ۱۲
- شکل (۶-۲): ترسیمات مربوط به نحوه محاسبه پارامتر Standoff ..... ۱۳
- شکل (۷-۲): Laser Velocimeter ..... ۱۶
- شکل (۸-۲): اجزای اصلی تجهیز Accuspeed ..... ۱۶
- شکل (۹-۲): (الف): پانل جلو و (ب): پانل عقب واحد نمایش ..... ۱۷
- شکل (۱۰-۲): کلید چند حالتی و LED های پانل جلوی واحد نمایش ..... ۱۸
- شکل (۱۳-۲): نحوه تشکیل الگوی fringe ..... ۲۶
- شکل (۱۴-۲): اثر دو منبع نور لیزر و تشکیل الگوی fringe ..... ۲۷
- شکل (۱۵-۲): سیگنال خروجی photodetector ..... ۲۷

## فصل اول

### ساختار کلی سیستم **KELK**

#### مقدمه

سیستم **KELK (Roughing)** و پرداخت کاری (**Finishing**) جهت کاهش ضایعات ناشی از برش

ابتدا و انتهای ورق در حال نورد و هم چنین افزایش کیفیت محصول نهایی نصب شده است. تجهیزات

این سیستم عمدتاً بر اساس تصویربرداری و الگوریتم‌های بینایی ماشین عمل می‌کند. در این سیستم، با

استفاده از پروفایلی که از عرض ورق در حال حرکت تهیه می‌شود، نوع شکل ابتدا و انتهای ورق تشخیص

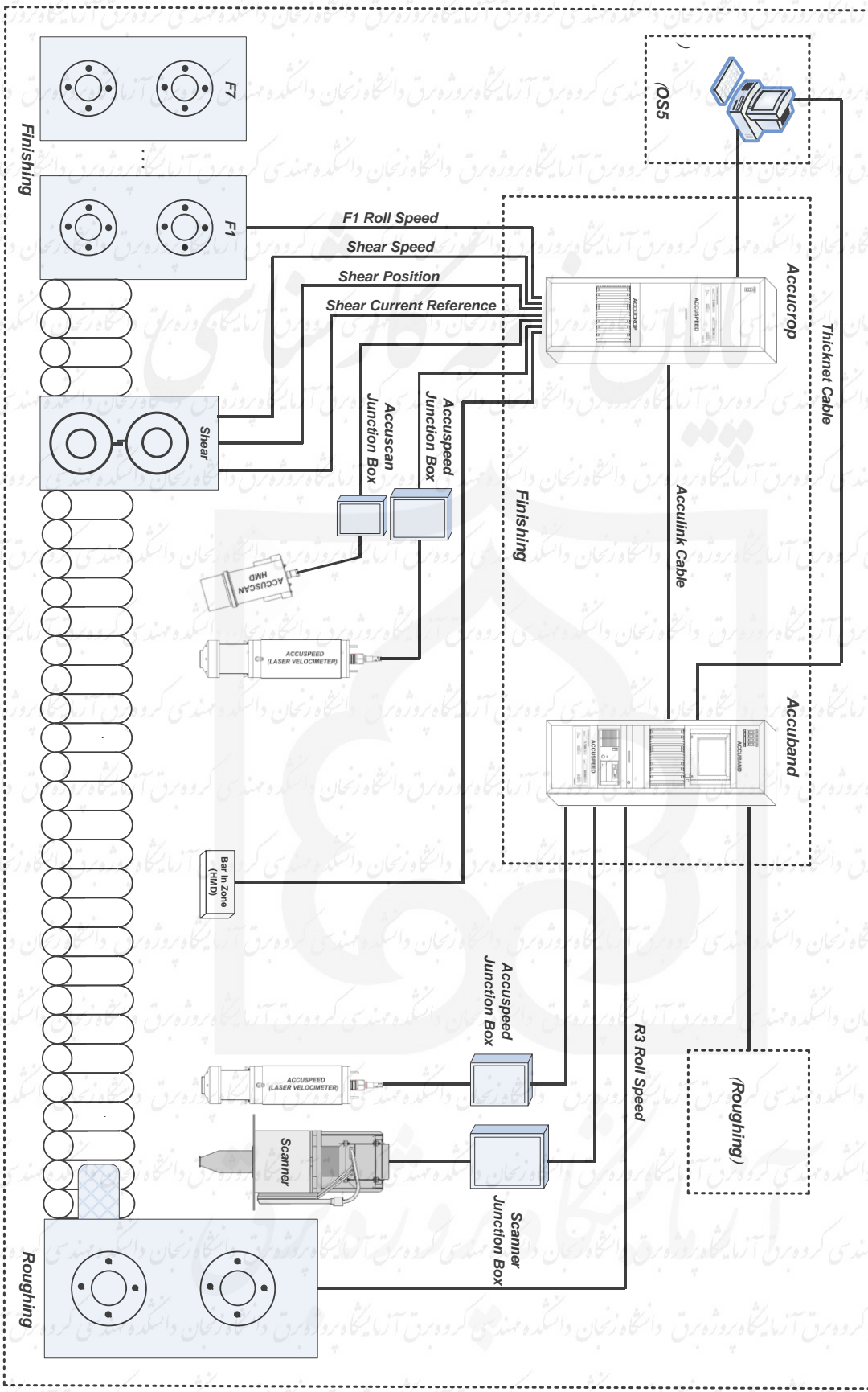
داده شده، محل دقیق برش مناسب مشخص می‌شود. علاوه بر این سیستم قادر است که بر اساس

اطلاعاتی که توسط سنسورهایش از خط نورد جمع‌آوری می‌شود، قیچی را به نحوی کنترل کند که در

زمان و مکان مناسب عمل برش را انجام دهد. در شکل (۱) ساختار کلی سیستم **KELK** که در چهار

محل مختلف از واحد نورد گرم نصب شده است، دیده می‌شود. در ادامه توضیح مختصر و کلی در مورد هر

یک از اجزا اصلی این سیستم داده شده است.



شکل (۱): بلوک دیاگرام سیستم KELK



## 1-1- تجهیزهای Accuscan و Accuspeed

مکان ورق در حال حرکت و سرعت دقیق آن در هر لحظه، از پارامترهای مهم مورد استفاده در دستگاه‌های اندازه‌گیری ورق در خط تولید است. در سیستم *KELK* می‌باشند و از تجهیزات دقیقی برای تعیین و اندازه‌گیری آنها استفاده شده است. در

این سیستم از *HMD* ویژه‌ای بنام *Accuscan* که بر اساس تصویربرداری مادون قرمز عمل می‌کند، جهت تشخیص ورود یا عدم ورود ورق به محدوده خاصی قبل از قیچی استفاده شده است. از ویژگی مهم این تجهیز که *Camera HMD* نیز نامیده می‌شود، دقت بالای آن نسبت به *HMD* های معمولی نصب شده در خط نورد گرم می‌باشد. برای اندازه‌گیری سرعت ورق در حالت حرکت از تجهیز بنام *Accuspeed* که بر اساس مفاهیم بینایی ماشین عمل می‌کند، استفاده شده است. توسط این تجهیز

(که به آن *Laser Velocimeter* هم اطلاق می‌شود) علاوه بر سرعت ورق، مسافت پیموده شده توسط

آن را نیز می‌توان اندازه‌گیری نمود. در سالن نورد گرم از دو *Laser Velocimeter* و یک *Camera*

*HMD* استفاده شده است. به ازای هر یک از تجهیزات مذکور، کابینتهای کوچکی بنام *Junction*

*Box* وجود دارد که در آنها متناظر با نوع تجهیز، ترمینالهای لازم جهت تبدیل کابل‌ها، منابع تغذیه و یا

بردهای کنترلی مربوطه نصب شده است. جزئیات مربوط به *Camera HMD, Laser*

*Velocimeter* ها و *Junction Box* های مرتبط با آنها و همچنین طرز کار و انواع خروجی های تولید

شده توسط آنها در فصل ۲ بررسی شده است.

## 1-2- سیستم Accuband

اندازه‌گیری عرض ورق همواره یکی از پارامترهای کیفی با اهمیت در واحد نورد گرم بوده، در بخشهای

مختلفی از فرایند تولید این پارامتر اندازه‌گیری می‌شود. در سیستم *KELK* تشخیص و اندازه‌گیری

عرض ورق در حال حرکت پس از مرحله *Roughing* بر عهده سیستم *Accuband* می‌باشد. از

مهمترین خروجی‌های محاسبه شده توسط این بخش می‌توان به مقدار لحظه‌ای عرض ورق (*Absolute*)

(*Width*) و تغییرات آن (*Width Deviation*) و همچنین مقدار تغییرات محل خط فرضی‌ای که از

<sup>۱</sup> - Hot Metal Detector

مشخص کردن محل مناسب برای برش روی آن است. سیستم *Accuband* شامل چهار بخش اصلی عرض سنج (*Scanner*)، *Laser Velocimeter*، تاکومتر (*Tachometer*) نصب شده روی قفسه *R3* و کابینت *Accuband* که در سالن برق واحد نورد گرم قرار دارد، می باشد.

### ۱-۳- سیستم *Accucrop*

هدف اصلی سیستم *KELK* کنترل قیچی جهت برش ابتدا و انتهای ورق در حال حرکت در محل مناسب می باشد و این وظیفه بر عهده سیستم *Accucrop* گذاشته شده است. اجزای اصلی این سیستم شامل *Laser Velocimeter*، *Camera HMD*، کابینت *Accucrop* و سه عدد انکدر می باشد. این

انکدرها به ترتیب روی محور موتور قیچی و محور گیربکس قیچی و محور موتور قفسه *F1* نصب شده اند. این سیستم بر اساس اطلاعاتی که از سیستم *Accuband* در مورد شکل ابتدا و انتهای ورق دریافت می کند و همچنین پارامترهایی مانند سرعت حرکت ورق، عبور یا عدم عبور ورق از محدوده دید *Camera HMD*، سرعت و محل تیغه های قیچی، عملکرد قیچی را به نحوی کنترل می کند که در زمان و مکان تعیین شده از طرف سیستم *Accuband*، عمل برش را روی ورق در حال حرکت انجام دهد.

### ۱-۴- سیستم عامل بلادرنگ *QNX*

در کامپیوترهای سیستم *KELK* از سیستم عامل ویژه ای بنام *QNX* استفاده شده است. این سیستم عامل که یک سیستم عامل بلادرنگ (*Real-time*) است متعلق به شرکت *RIM* می باشد. نگارشهای اولیه

این سیستم عامل مبتنی بر متن (*Text based*) است ولی با استفاده از نرم افزاری به نام *Windows* محیطی گرافیکی را نیز برای کاربر فراهم می کند.

### ۱-۵- ارتباطات و شبکه





