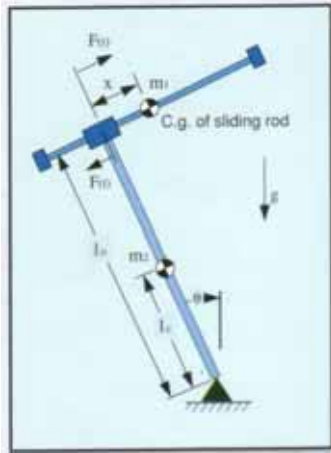


## Model 505 Inverted Pendulum

### 倒立振り制御実験装置



このユニークな E C P 設計は従来のロッドオンカート式倒立振りではありません。それに代わって重力場で水平バランシングロッドを操作し垂直振りロッドを操作して垂直振りロッドを制御するようになっています。

マニュアルで記述していますがこのプラントは右半平面の極と零の両方を有します。

質量特性を調整することで比較的単純な状態から理論的に不可能な状態まで制御問題を変化させるようにこれらの根を変えることができます。

。本体水平・垂直ロッド共に調整、脱着可能なカウンターウェイトを保持しておりプラントダイナミクスの調整が可能です。

ジョイント部分には正確なダイナミック特性再現のため低摩擦リニア、ボールベアリングが使用されています。

1. **プラント同定** 付属の MATLAB スクリプトの `penplnt.m` を利用すると、二つのプラントの伝達関数と状態空間表現用の  $A$  ,  $B$  ,  $C$  マトリックスを与えることができます。

2. **連続ループ閉鎖/極配置設計** MatlabR スクリプト `polplc.m` を用いると本セクションで検討する制御パラメータを生成することができます。高帯域の内側ループを応用して擬似プラント  $(s)/x(s)$  に影響を及ぼすようにする方法を用いると、外側ループ閉鎖についての種々な制御設計法を演習することができます(例えば、Bode 設計、線形二次、 $H_\infty$ 、 $\mu$  シンセシス、あるいは QFT)

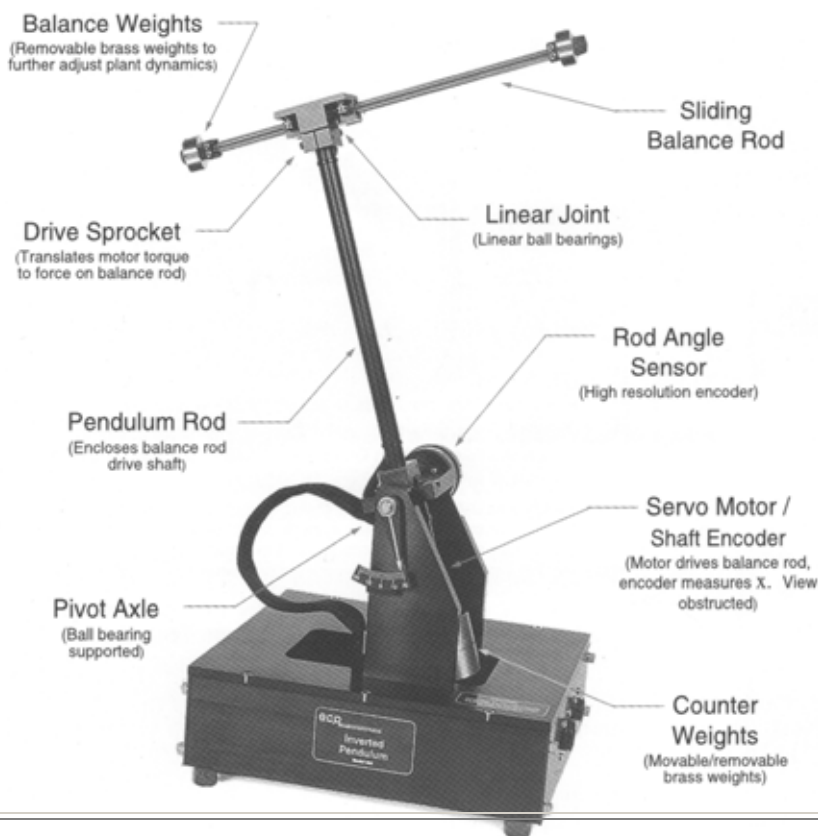
3. **コントローラのローパスフィルタ追加** 振りには数値微分によって常に増幅される量子化ノイズのため "ジッタ(jitter)" や "トツイッチ(twitch)" が現れます。この問題を克服するために、閉ループ帯域幅より十分高く(システムの安定性にあまり影響しないような)しかもノイズを効果的に減衰させるのに十分低い断周波数を持つローパスフィルタを用います。

4. **LQR 制御設計** ここでは、線形化モデルを基にした振りメカニズムの完全状態フィードバック制御を扱います。Riccati 方程式の解あるいは数値シンセシスアルゴリズムによる LQR シンセシスを用いて式(マニュアル)のコスト関数(スカラー制御入力)を最小にする状態フィードバックコントローラゲインを見出します。ゲインマージンはまた実験的にここで調べることができます

5. **トラッキング制御** いろいろなコントローラによる様々な軌道実行が可能です。高次入力軌道による偏差、制御出力の減少などが実演可能です。位相とゲイン特性はサインスイープ応答を通して体感できます。ここでは非最小位相零により一般的な最小位相システムに比べて特別大きい位相遅れが見られます。



5. さらに進んだ実験 デジタル制御、システムのロバストネス、外乱排除。一般的な制御形が事実上どのような線形コントローラでも7次までをサポートしています(例えば、オブザーバベース、LQG/LTR、H<sub>∞</sub>、QFT)。一つのアプローチは実験#2で行ったように  $x(s)/F(s)$  について高帯域幅の内側ループを閉じ、それから  $(s)/x(s)$  制御に対する多少進んだコントローラを設計することです。システムの特徴としてデータ取得、トラジェクトリ生成、ファイル管理で素早い実行と特性記述ができます。



ダイナミック周波数	極調整 0.4 ~ 1.2 Hz
フィードバック	高分解能エンコーダ, 16000 counts / rev. (theta) 12,800 counts / m (x)
アクチュエーター	0.6 N-m Fe-Co brush type
サーボアンプ	5 KHz 電流ループバンド幅
寸法、重量	30x30x56 cm.

お問い合わせは下記までお願いします

〒223-0057

横浜市港北区新羽町 161-1-608

TEL : 045 - 541 - 4431

Mail : mail@pid-control.com [www.pid-control.com](http://www.pid-control.com)