

تقرير مشروع التحكم التناسبي التكاملي التفاضلي (PID) بمحركات التيار المستمر لتوضيح خطوات العمل

اعداد:

علاء المصري

نور حنش

اشراف:

د. أسعد كعدان

مقدمة:

المتحكم التفاضلي التكاملي التناسبي (PID) هو النمط الأكثر شيوعا في التغذية المستخدمة في أنظمة التحكم .

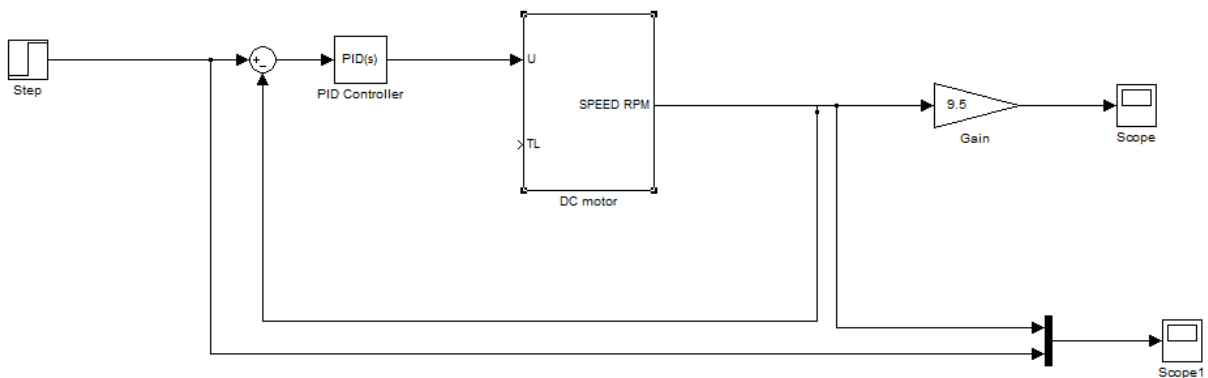
ويمكن استخدامه في تطبيقات صناعية متنوعة .

أحد التطبيقات المستخدمة هنا هي التحكم بسرعة محرك تيار مستمر.

التحكم بسرعة محركات التيار المستمر مهم جدا حيث أن أي تغير صغير يمكن أن يؤدي الى عدم استقرار في نظام الحلقة المغلقة Closed-loop system.

تحتاج الأنظمة الصناعية الحديثة التي تستخدم محركات التيار المستمر الى التحكم بسرعة هذه المحركات في ظروف التشويش و التغير في بارامترات نظام التحكم ،و بالتالي يجب أن تضمن خوارزميات التحكم بمحركات التيار المستمر الحصول على استجابة جيدة ،و أن تكون قادرة على مقاومة الاثار التي تتركها اشارات التشويش الخارجية (عزوم الحمولة) على سرعة هذه المحركات أي الحصول على قيم دقيقة للسرعة بغض النظر عن اشارات التشويش (اليات المؤازرة) .

خطوات العمل:



التحكم بمحرك DC باستخدام متحكم PID في بيئة Matlab Simulink

يوفر نموذج المحاكاة لمحرك التيار المستمر في برنامج MATLAB إمكانية التحليل السريع للسلوك الديناميكي للمحرك.

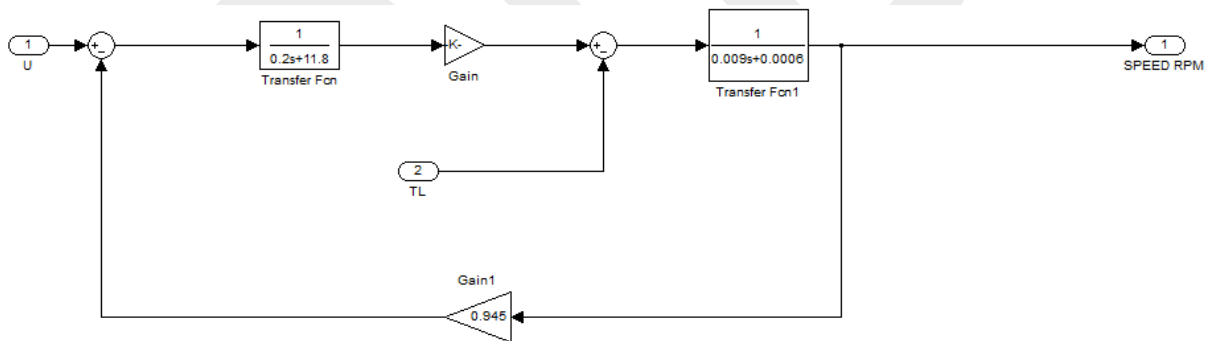
ان لمحرك التيار المستمرة سلوكا ديناميكيا يمكن أن يمثل بمعادلات رياضية معقدة تشكل النموذج الرياضي للمحرك تكون على الصورة:

$$L_a \cdot \frac{di_a}{dt} + R_a \cdot i_a + K_e \cdot \omega = V_{in} \quad (2)$$

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} - K_t \cdot i_a = -T_d$$

استخدمنا MATLAB Simulink package للحصول على الخواص الديناميكية لمحرك التيار المستمر عند اشارات دخل مختلفة ، حيث ان المخطط الوارد في الشكل (٣) يمثل نموذج الحساب الرياضي للمحرك في برنامج Matlab بحسب جملة المعادلات (٢).

في هذا المخطط يمثل U جهد الدخل ، بينما يمثل الخرج سرعة الدوران الموافقة لمحور المحرك.



الشكل (٣) نموذج حساب محرك التيار المستمر بواسطة Matlab

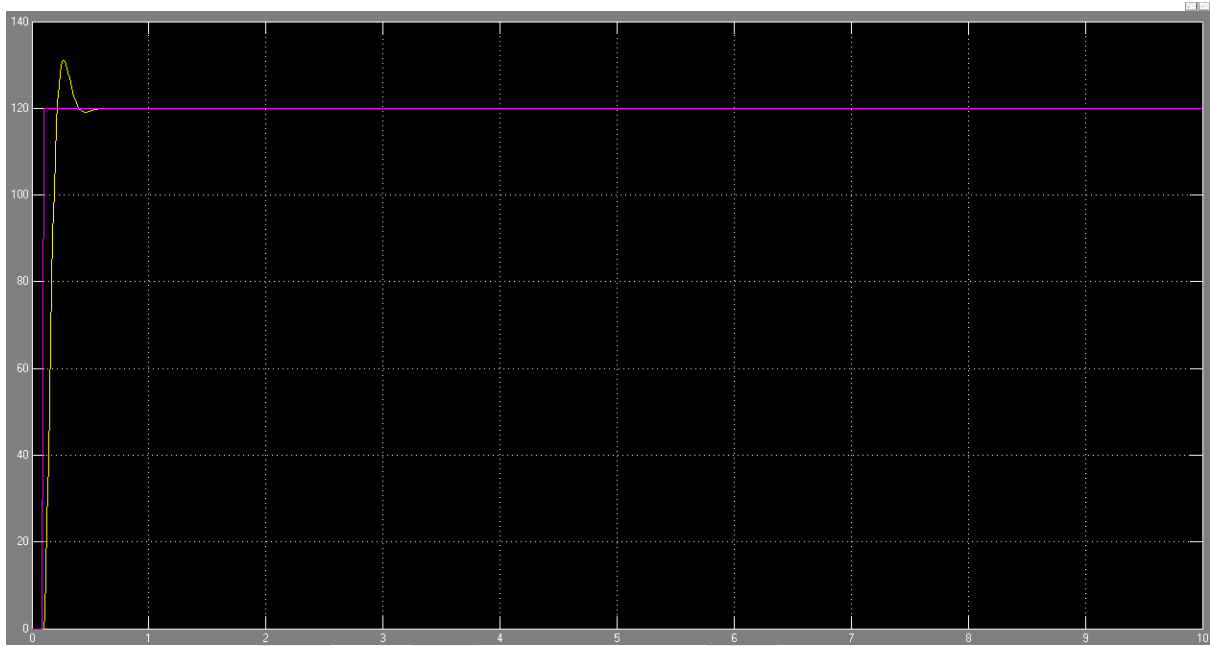
في أنظمة التحكم بمحركات التيار المستمر نلجأ الى النظام ذو الحلقة المغلقة closed-Loop system ، لا يمكن لنظام التحكم ذي الحلقة المفتوحة أن يلاحق قيمة الدخل المرجعي (الخرج المرغوب) و أن يقلل من الحساسية لعزم التشويش .

الحل هنا يكون باستخدام نظام التحكم ذي الحلقة المغلقة (التغذية العكسية للخرج). يغذى الخرج عكسيا الى الدخل في هذا النظام لتتم مقارنته في عنصر المقارنة مع الدخل المرجعي و تغذى اشارة الفرق (الخطأ) الى مدخل المتحكم ، الذي بدوره يعمل على جعل اشارة الخطأ تتناهى الى الصفر.

نستخدم المتحكمات من النوع PID في حلقة التحكم المغلقة لتلافي الآثار السلبية التي يتركها استخدام المتحكمات التناسبية على استجابة الحلقة و تحقيق المواصفات المرغوبة لهذه الاستجابة .

تتكون المتحكمات PID من ثلاثة حدود (تناسبي ، تكاملي ، تفاضلي) و الجدير بالذكر أن ثوابت الربح للمتحكم PID متعلقة ببعضها البعض ، بحيث أن أية زيادة في احداها يمكن أن تترك أثرا هاما على قيمة الثابتين الاخرين.

الشكل (١٢) يبين استجابة حلقة التحكم المغلقة بسرعة محرك التيار المستمر كما حصلنا عليها عند استخدام المتحكم PID عند $(K_D=0.01)$ ، $(K_I=19.66)$ ، $(K_P=1.59)$ للمحرك السابق.



الشكل (١٢) استجابة محركات التيار المستمر عند استخدام متحكم PID

من الشكل (١٢) نرى أن استخدام متحكمات من النوع PID في الحلقة المغلقة للتحكم بسرعة دوران محرك مستمر يساهم في :

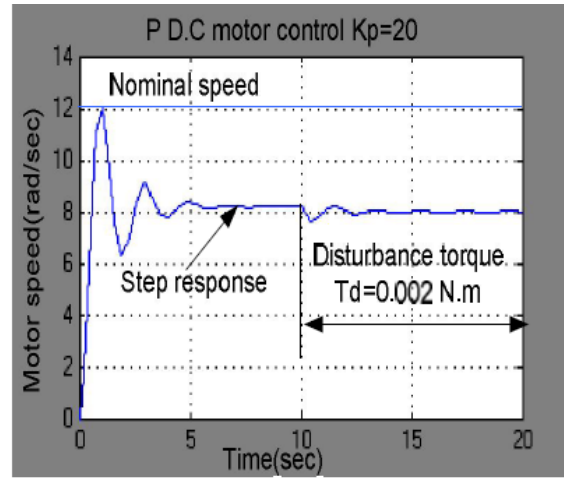
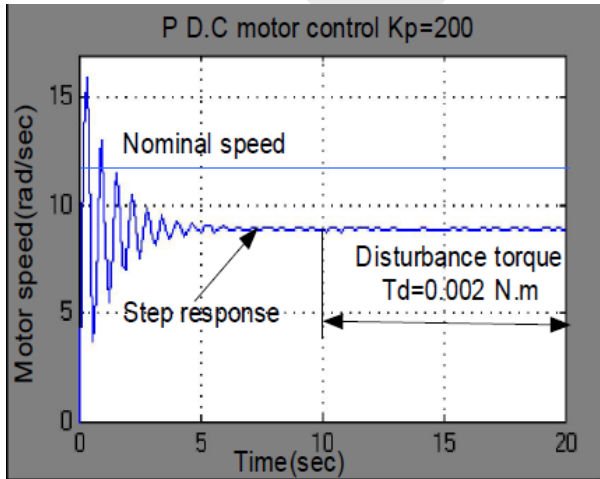
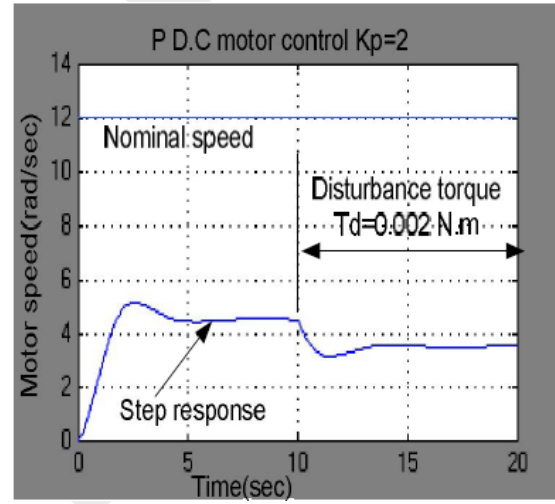
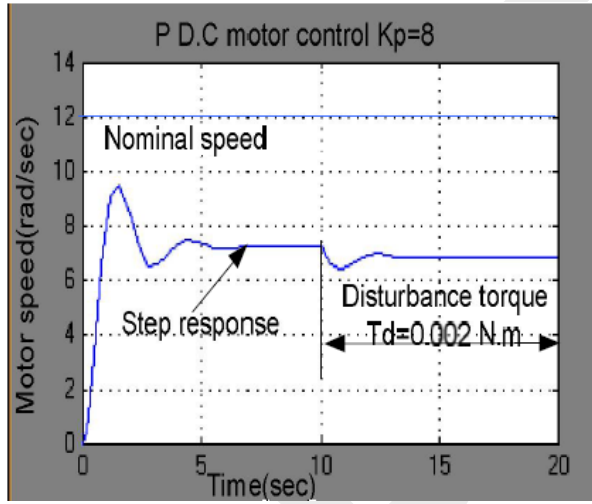
- تسريع زمن الصعود.
- انقاص زمن التخماد.
- انقاص تجاوز الهدف الأعظمي (وفقا لقيمة K_D).
- الغاء خطأ الحالة المستقرة (وفقا لقيمة k_I).

فرضيات توضيحية اضافية:

أولاً:

لنفترض بأننا استخدمنا المتحكم التناسبي فإن استجابة محركات التيار المستمر السرعة) ستتخلص بما يلي :

- تصغير زمن الصعود Time rise .
 - تقليل خطأ الحالة المستقرة Ess (ولكن بدون حذفه).
 - هناك احتمال أن تصبح الاستجابة مهتزة (أو حتى غير مستقرة).
- فيما يلي نتائج المحاكاة للتحكم التناسبي لمحركات التيار المستمر:

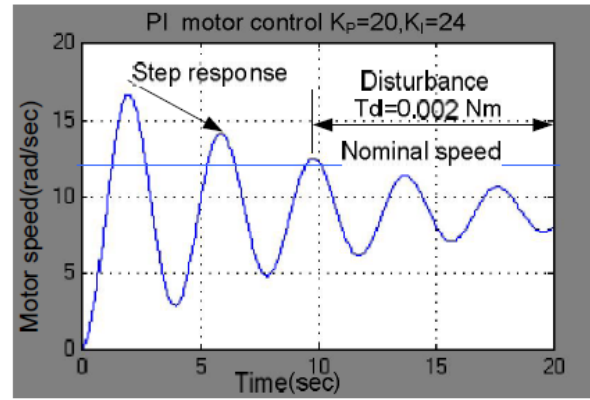
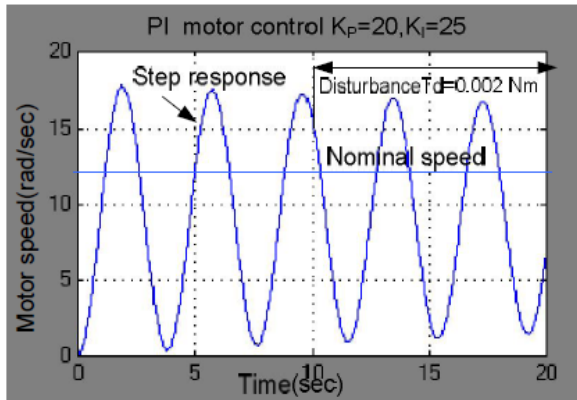
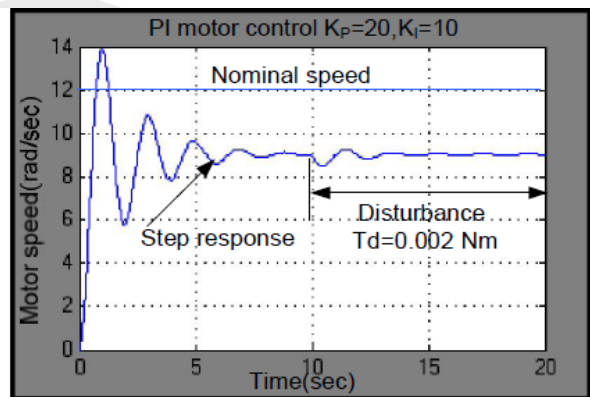
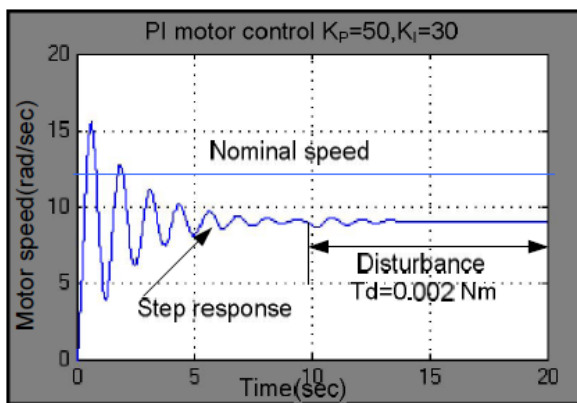


الشكل (٨) نتائج المحاكاة للتحكم التناسبي لمحركات التيار المستمر.

ثانياً:

لو أننا استخدمنا متحكماً من النوع PI في الحلقة المغلقة للتحكم بسرعة دوران محرك مستمر فستكون الاستجابة:

- انقاص زمن الصعود أي أن الاستجابة تصبح أسرع.
- زيادة تجاوز الهدف الأعظمي و زمن التخماد.
- يلغي تماماً وجود الخطأ في الحالة المستقرة.



الشكل (١٠) استجابة محركات التيار المستمر عند استخدام تحكم PI .

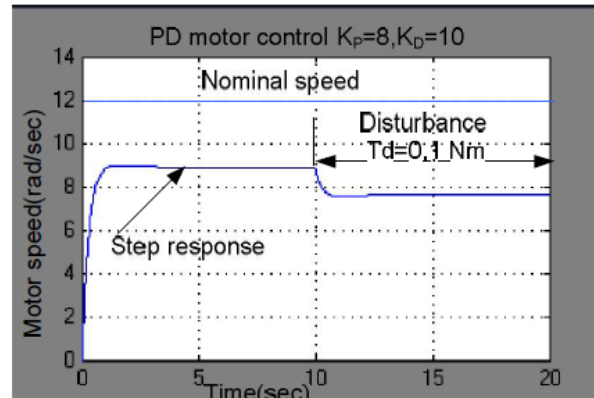
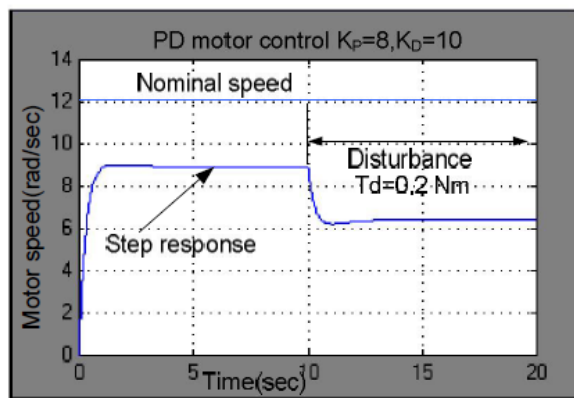
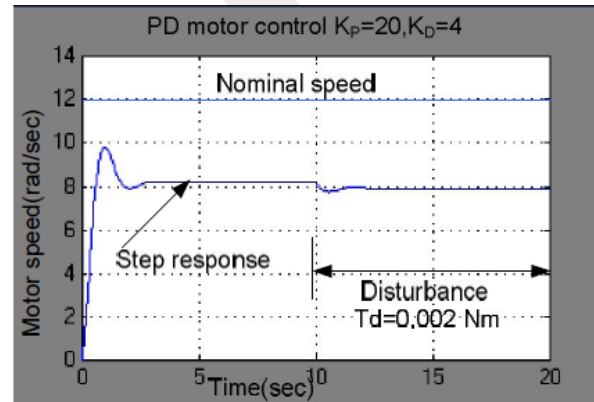
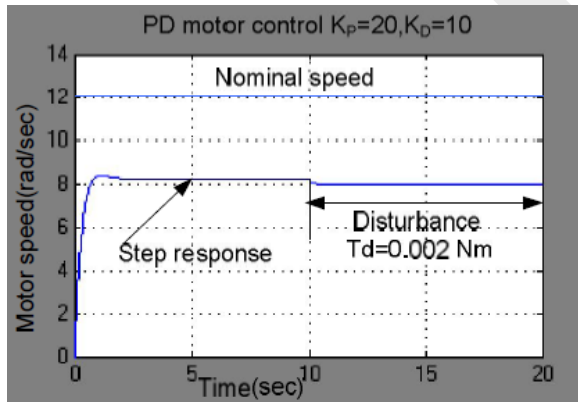
ثالثاً:

إذا استخدمنا متحكم من النوع PD في الحلقة المغلقة للتحكم بسرعة دوران محرك مستمر فإن الاستجابة (السرعة) تتلخص بما يلي:

● انقاص تجاوز الهدف الأعظمي و زمن التخماد.

● وجود خطأ حالة مستقرة محدد.

ونرى أيضاً أن زيادة قيمة مؤثر التشويش (عزم الحمولة) يزيد من الخطأ الستاتيكي مما يجعل مقاومة هذا المتحكم للتشويش الخارجي سيئة.



الشكل (١١) استجابة محركات التيار المستمر عند استخدام تحكم PD .

أخيراً:

مما سبق نستنتج أن توليف بارامترات المتحكمات من النوع PID بشكل جيد يؤدي إلى الحصول على مواصفات استجابة جيدة لمحركات التيار المستمر و يوجد طرق عديدة لتوليف بارامترات المتحكم PID تتيح الحصول على استجابة مثالية أهمها طرق Cohen-coon ,Ziegler-Nichols و الطرق البرمجية.

و إذا كان استخدام أي من المتحكمات P,PI,PD يفي بمتطلبات التحكم فلا حاجة لاستخدام المتحكمات من النوع PID .

المراجع:

- ١- مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٣٠) العدد (٥) ٢٠٠٨ – الدكتور محسن داود.
- ٢- موقع www.researchgate.com لمشاركة البحوث العلمية – مقالة pratap .vikhe