

Projekt

Hover Ticker



Projektbeschreibung von Daniel Bonk

1. Beschreibung

Der Hover Ticker ist eine scheinbar in der Luft schwebende, virtuelle LED-Laufschrift. Der Effekt entsteht durch vertikale LED-Reihen, die an rotierenden Armen befestigt sind. Die LEDs werden von einem Mikrocontroller, der sich auf dem Rotor befindet, angesteuert. Werden sie im richtigen Moment ein- bzw. ausgeschaltet, schreiben sie Zeichen aus leuchtenden Punkten oder horizontalen Linien in die Luft. Die Energieübertragung vom Stator auf den Rotor erfolgt induktiv (oder notfalls über Schleifkontakte). Über denselben Weg können Daten seriell übertragen werden. Das Display wird über eine Lichtschranke synchronisiert.

2. Aufbau

2.1. Mechanik

2.1.1. Rotorarme

- symmetrischer Aufbau mit 2 Armen, damit keine Unwucht entsteht
- Material: Kohlefaserrohr, z.B. 4mm Ø außen, 2,5mm Ø innen (Drachenbau)
- jeweils 7 ultrahelle LEDs in einer vertikalen Reihe an den beiden Enden
- 2 verschiedene Farben, die softwaremäßig beliebig gemischt werden können
- evtl. Abschleifen des linsenförmigen LED-Kopfes, um eine diffuse, blickwinkelunabhängige, leuchtende Fläche zu erhalten
- Versorgung der LEDs über Kupferlackdraht durch die Rohre
- evtl. Verkleidung der LED-Reihen mit einer tropfenförmigen Hülle, um den c_w -Wert zu minimieren (*siehe Anhang*)
- Displayradius 20..30cm

2.1.2. Flansch

- verbindet die Rotorarme und Rotor-Elektronik mit dem Motor
- Herstellung idealerweise aus Metall in einer CNC-Drehmaschine
- Konzentrierung der gesamten Rotor-Elektronik (mit Ausnahme der LEDs) eng an den Flansch, damit das Display möglichst schnell seine Arbeitsgeschwindigkeit erreicht und die Unwucht durch die evtl. unsymmetrisch verteilten Bauteile minimiert wird

2.1.3. Motor

- bürstenloser Motor für hohe Laufruhe wünschenswert (aus Lüfter, Plattenspieler, etc.)
- Drehmoment muss so hoch sein, das es bei einer akzeptablen Bildwiederholffrequenz des Displays dem Strömungswiderstand entgegenwirken kann (*siehe Anhang*)

2.2. Hardware

2.2.1. Systemvoraussetzungen

- 512Byte freier RAM zum Speichern der aktuellen Nachricht (bis 512 Zeichen lang)
- 1280Byte freier ROM/Flash-Speicher zum Speichern der "Schriftart" (bis zu 256 Zeichen, jeweils 5 Byte)
- Quarzoszillator (stabiler Takt) für asynchrone serielle Datenübertragung zwischen Stator und Rotor
- 14 I/O-Pins für LEDs, 1..3 I/O-Pins für Datenaustausch und Synchronisation

2.2.2. Auswahl des passenden Systems

- ATtinyXX(XX): RAM bei allen Modellen zu klein, zu wenig I/O-Pins
- ATmega8: billigster AVR-Controller mit ausreichender RAM-Größe und I/O-Pin-Anzahl, alle Voraussetzungen erfüllt

2.3. Software

2.3.1. ...

3. Anhang

3.1. Berechnung des benötigten Drehmoments

F_R	Strömungswiderstand bzw. Reibungskraft
ρ	Dichte des strömenden Gases
c_w	Strömungswiderstandskoeffizient
A	umströmte Fläche
v	Strömungsgeschwindigkeit
f	Bildwiederholfrequenz
R	Displayradius
M	Drehmoment

Für den Strömungswiderstand gilt allgemein in ersten Näherung

$$F_R = \frac{1}{2} \rho c_w A v^2$$

Mit der Geschwindigkeit der LED-Reihen

$$v_{LED} = 2\pi f R \approx 2\pi \cdot 30 \frac{1}{s} \cdot 0,3m \approx 56,5 \frac{m}{s} (\approx 204 \frac{km}{h}),$$

einem geschätzten Strömungswiderstandskoeffizient $c_{w,LED} = 0,7$ und einer geschätzten Strömungsfläche $A_{LED} = 700 \cdot 10^{-6} m^2$ ergibt sich für den Strömungswiderstand der LED-Reihen

$$F_{R,LED} \approx \frac{1}{2} \cdot 1,2 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,7 \cdot 700 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot 56,5^2 \frac{m^2}{s^2} \approx 0,94N.$$

Mit der vom Radius abhängigen Geschwindigkeit eines Kohlefaserrohr-Stückes

$$v_{Rohr}(r) = 2\pi f r \approx 2\pi \cdot 30 \frac{1}{s} \cdot r,$$

einem geschätzten Strömungswiderstandskoeffizient $c_{w,Rohr} = 0,1$ und einer Strömungsfläche $A_{Rohr} = 1,2 \cdot 10^{-3} m^2$ ergibt sich der radius-abhängige Strömungswiderstand des Rohres

$$\begin{aligned} F_{R,Rohr}(r) &\approx \frac{1}{2} \cdot 1,2 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} m^2 \cdot 4\pi^2 \cdot 30^2 \frac{1}{s^2} \cdot r^2 \\ &\approx 2,56 N \cdot \frac{1}{m^2} r^2 \end{aligned}$$

und damit ein erforderliches Drehmoment des Motors (Strömungswiderstand der Rotor-Elektronik und Lagerreibung vernachlässigt) von

$$\begin{aligned} M &= M_{LED} + M_{Rohr} = R \cdot F_{R,LED} + \int_0^R F_{R,Rohr}(r) dr \\ &\approx 0,3m \cdot 0,94N + 2,56N \cdot \frac{1}{m^2} \cdot \int_0^{0,3m} r^2 dr \\ &\approx 0,282Nm + 2,56N \cdot \frac{1}{m^2} \cdot 9 \cdot 10^{-3} m^3 \\ &\approx \underline{\underline{0,305Nm}} \end{aligned}$$

Durch Verringerung des Strömungswiderstandskoeffizienten der LED-Reihen auf beispielsweise $c_{w,LED,optimiert} = 0,1$ (Verkleidung mit annähernd tropfenförmiger Hülle) würde das erforderliche Drehmoment auf

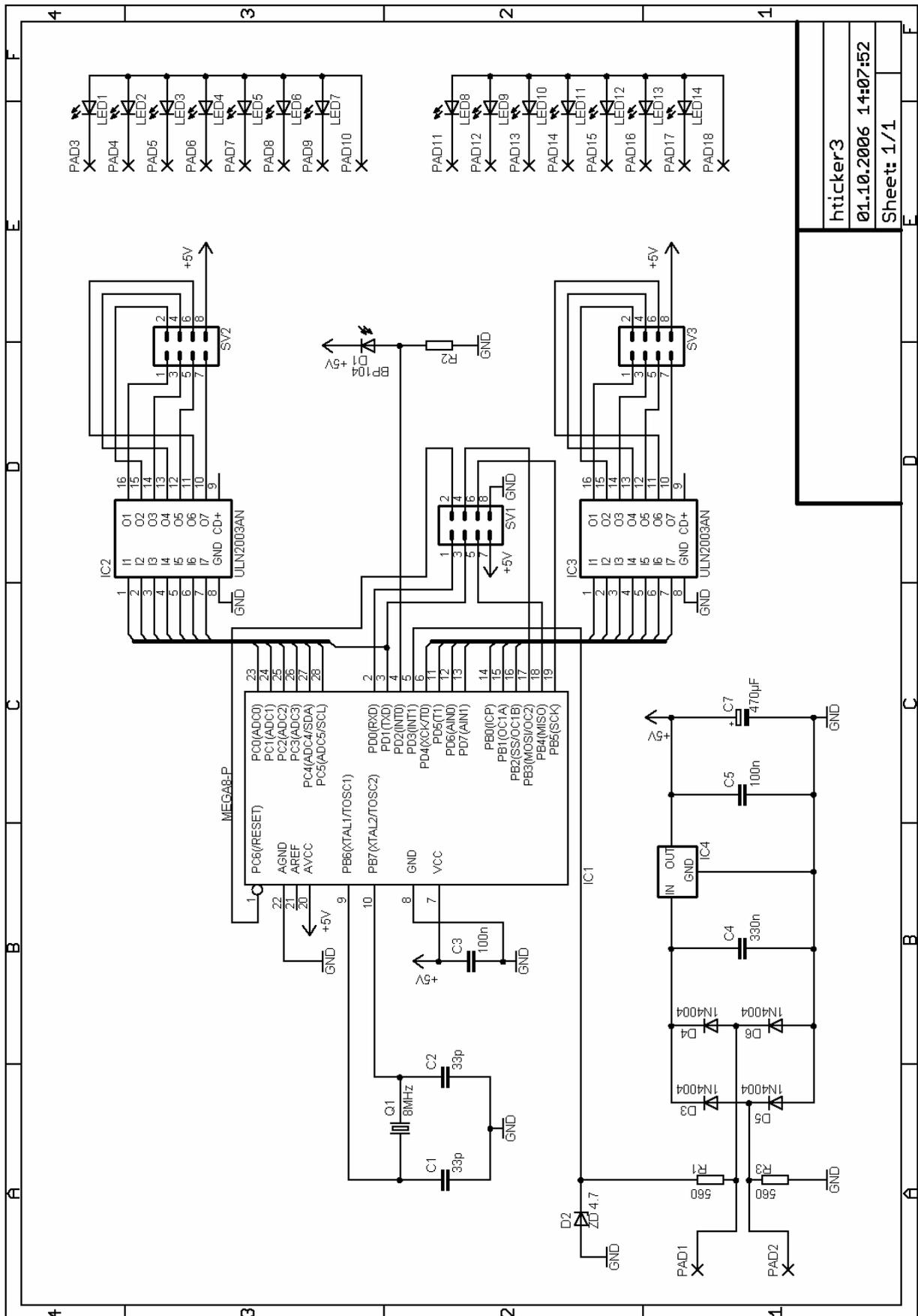
$$M_{optimiert} \approx \underline{\underline{0,063Nm}}$$

sinken.

3.2. Links

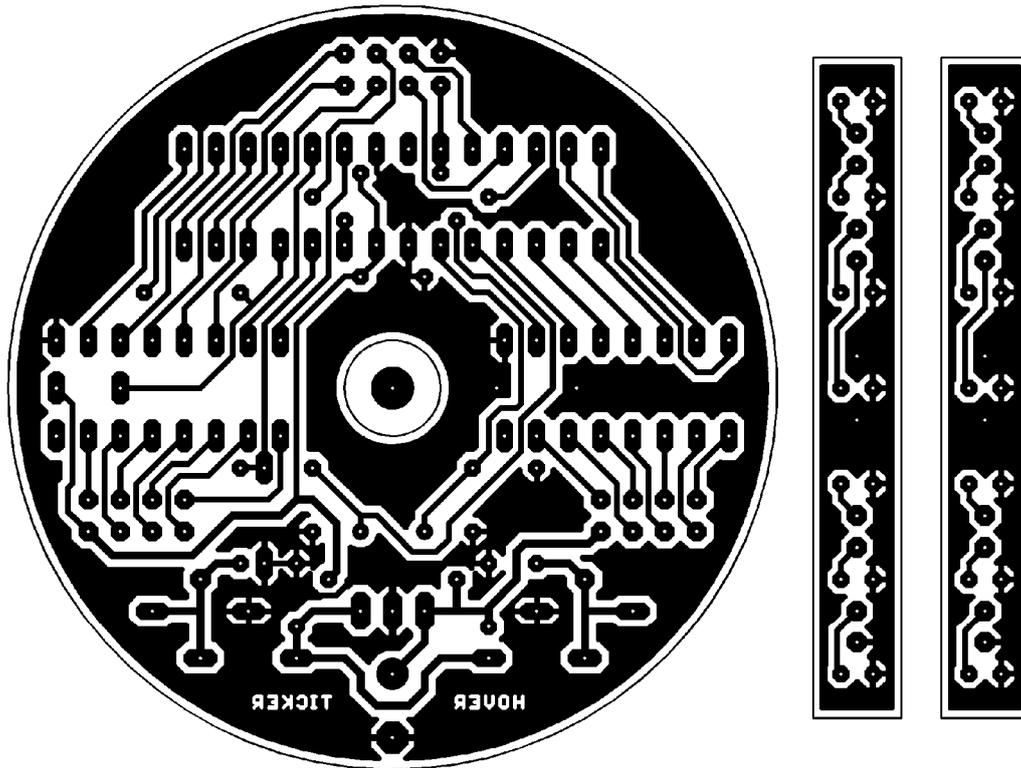
- <http://www.luberth.com/analog.htm>
- <http://www.ispf.de/modules.php?name=News&file=article&sid=2>
- <http://home.tiscali.be/henkenkatrien/propellerclock/index.htm>
- <http://www3.sympatico.ca/surfin.dude/creative/clocks/propclk/blick.html>

3.3. Schaltplan



hticker3
 01.10.2006 14:07:52
 Sheet: 1/1

3.4. Platine (Leiterbahnen)



3.5. Platine (Bauteilanordnung)

