

10. juni 2003

Elektronisk Tænding

Til

Totakt Forbrændings motor

Type CDI

(Capacitor Discharge Ignition)



Student	Lars Mogens Pedersen
Vejleder	Helge Halvas Jensen
Sted	OTS, Allegade ITET

Resume:

I dette projekt er der konstrueret en elektronisk tænding til en 2takts forbrændings motor. Denne tænding skal erstatte den originale tænding som sidder på doner scooteren, hvilket er en Suzuki AP50 fra '96

Denne rapport er en beskrivelse af hvordan en elektronisk tænding virker og hvad grundlaget for den blev opfundet. Der er flere måder at lave en elektronisk tænding på. Her vil en CDI (Capacitor Discharge Ignition) tænding blive brugt, der undersøges hvilken fordele og ulemper der er ved denne form for tænding.

Instrumenter brugt

Philips oscilloskop	PM3919
Fluke multimeter	8050A
B&O strømforsyning	SN16A

Indholdsfortegnelse:

Indledning	4
Teori	6
Elektronisk Tænding	6
Hvordan virker CDI tændingen	7
En CDI tænding har 5 vigtige komponenter	7
Måden denne CDI tænding virker på	7
CDI Typer	8
Tændrør	14
EMC/EMI	15
Konklusion af teori	16
Hardware	18
Oprindelige Tænding	18
CDI Power	20
Topologi 1	20
Topologi 2	26
Konklusion af CDI Power	28
Valget af topologi	29
Montering af sensor	32
Første kredsløb	34
Sensor kredsløb	36
Processor kredsløb	38
Forsyning	39
Test målinger	41

Layout	52
Software.	53
Ignition uden avancering	53
Flowchart	53
Pseudokode	54
Source kode	55
Test Board.....	58
Flowchart	58
Pseudokode.	59
Source kode	60
Konklusion:.....	63
Litteratur liste.....	63
Bilag:.....	64
Blokdiagram & Diagram	65
Stator kredsløb	68
Komponent liste.....	69
Opslags liste til modstande.	70
Tidsplan	72
Milepæl 1	73
Milepæl 2	74

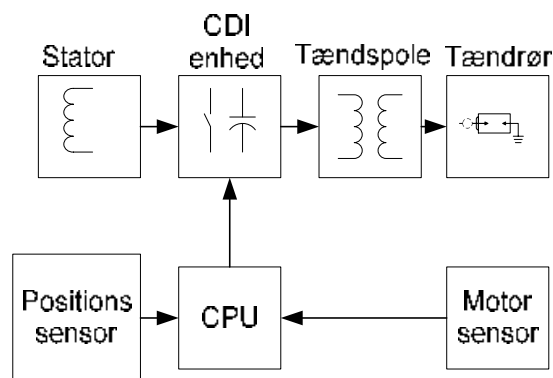
Indledning:

Elektronisk tænding af typen CDI er en meget brugt tænding. De bruges til små motorer, såsom plæneklipper, generatorer, knallerter og så videre.

De er blevet populære af deres pålidelighed, idet der ikke er nogle bevægelige dele bliver slidt, og der er ingen dele der skal jævnligt skal justeres.

Dertil er der de forskellige miljø krav, der har gjort at forbrændingen i motoren skal optimeres, der er her den elektroniske tænding gør sin magi, idet at den kan leverer en meget mere kraftfuld gnist, så luft/benzin blandingen (gas blandingen) bliver antændt bedre.

En elektronisk tænding vil være opbygget som det her ses i Figur 1 Blokdiagram



Figur 1 Blokdiagram

De 3 ting der forbliver som det oprindelige er. Statoren den der lever strøm til CDI enheden. Tændspolen den der booster tændspændingen op til typisk 12.000V. Og til sidst tændrøret den der antænder gas blandingen.

De resterende 4 ting vil blive konstrueret. CDI enhed, virker som en kontakt, det som i "gamle dage" var platinerne. CPU skal beregne tændingstidspunktet, ved hjælp af de 2 sensor. Positions sensor skal angive hvilken position stemplet har i motoren. Motor sensor, skal måle på motorens stand, her kan det foreksempel være temperatur eller CO2 udslip som tændingstidspunktet skal kompenserer for.

Tændingsanlæg – Historisk udvikling^{1,2}

Siden den tyske ingeniør Otto i slutningen af 1800-tallet patentansøgte motor systemet firtaktsprincippet, har der været behov for en måde at antænde den komprimerede gas blanding i cylinderen.

Antændelsen kan ske på to måder:

- Ved en kontrolleret selvantændelse som i dieselmotoren
- Ved en kontrolleret antændelse med en tænd gnist som i benzinmotoren

En kontrolleret antændelse hedder det, når tænd gnisten kommer et præcist antal grader før toppen af cylinderen, hvilket er tilpasset nøjagtig efter motorens hastighed og belastning. Hvilket kaldes avancering når tændings tidspunktet sættes tilbage, og retardet når den sættes frem.

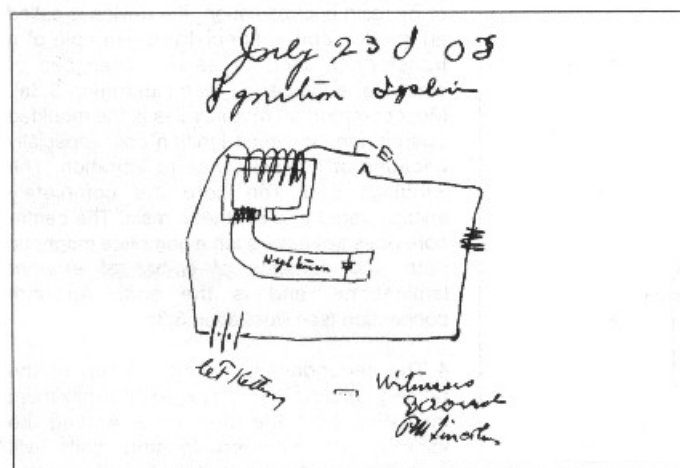
Benzinmotoren er altid blevet brugt som forsøg ved udvikling af forskellige typer tændingsanlæg.

I 1860 opfandt Jean Lenoir systemet til de klassiske tændingssystemer ved at anvende en akkumulator, en såkaldt »ruhmkorff« spole og en slags tændstift.

Tænding ved »intermitterende kontakt« (mekanisk eller magnetisk) havde sine glansdage i slutningen af 1800-tallet og blev brugt af mange bil konstruktører.

År 1900 kom Robert Bosch med højspændingsmagneten, som gennem to årtier fortrængte tændingssystemet med akkumulator og spole, der på dette tidspunkt havde dårlig effekt og var upålideligt. Hvilket er kendt som Magnetos tænding.

Men så begyndte udviklingen at tage fart. Fra 1915 til 1924 kom en række fabrikater på markedet med tændingssystemet med akkumulator, højspændingsspole og afbryderkontakter, det vi i dag kender som det klassiske tændingssystem, (ketting system) hvilket Charles Franklin Kettering havde udviklet i 1908 (se Figur 2¹ Patent tegning 1908) og som uden større ændringer blevet brugt i mange år. Der er dog stadige enkelte der stadig bruger dette system.



Figur 2¹ Patent tegning 1908

¹ Motor Electric Manual

² www.e-books.dk

I 1960 begyndte nye bestemmelser at dukke op omkring køretøjer, først og fremmest kampen mod miljø påvirkninger, og strengere krav omkring luftforureningen indførtes.

I 1973 kom den første oliekrise, som satte gang i bil konstruktørernes fremsynethed, nu måtte prestige vige for et fornuftigt forbrug.

Det klassiske tændingssystem havde nu set sine sidste dage. For med konstruktionen af mere økonomiske motorer med magre blandingsforhold og højere omdrejningstal skulle mere præcis og kraftigere tænd gnist til. I dag har vi taget elektronikken til hjælp, hvilket giver en pålidelig tændingseffekt med mindre økonomiske omkostninger.

Indførelsen af elektronik i tændingssystemet har medført en stor forbedring af gnistens kvalitet, som under alle driftsforhold bidrager til en forbedret virkningsgrad, bedre økonomi og heraf mindre forurening af vor natur og derved et forbedret miljø.

De fleste køretøjer har således i dag fuldelektronisk styrede tændingsanlæg, som giver en optimal tænding.

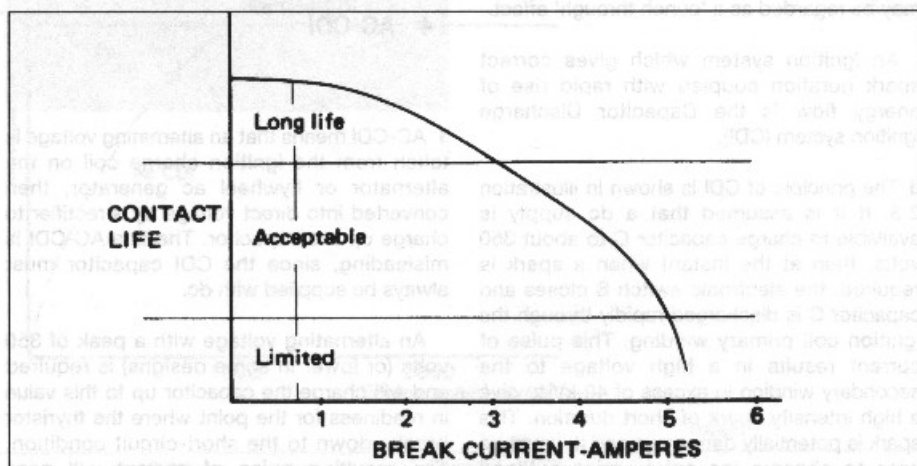
Teori

Elektronisk Tænding.³

Af typen **CDI**

Capacitor Discharge Ignition.

Der er både fordele og ulemper ved at bruge elektronisk tænding. Fordelene ved at bruge elektronisk tænding er, at der ikke er nogen mekaniske dele. Hvilket har en begrænset levetid, som eksempelvis kontakten. Den bliver efter et stykke tid brugt slidt, hvilket Figur 3³ Kontakts levetid illustrerer. Desuden er der heller ingen dele der hele tiden skal justeres, hvilket er tilfældet med den ”klassiske” tænding.



Figur 3³ Kontakts levetid

³ Motor Electric Manual

Den mest betydende fordel, med elektronisk tænding er som før nævnt, at man kan udvinde en meget mere præcis, og kraft fuld gnist, hvilket medføre en bedre forbrænding af gasarten.

Ulemperne ved elektronisk tænding. Der kan være problemer med at de enkelte komponenter, ikke kan tåle den varme, de bliver udsat for. Dertil kan der være termiske udsving, der kan få komponenterne til at virke upræcise. Her kan det eksempelvis være en spændings reference, der vil stå og varierer.

Vibrationer er også en af de ulemper der er ved elektronisk tænding, så komponenternes ben mekanisk ødelægges.

Fugtighed kan forårsage, at der kommer læk strømme.

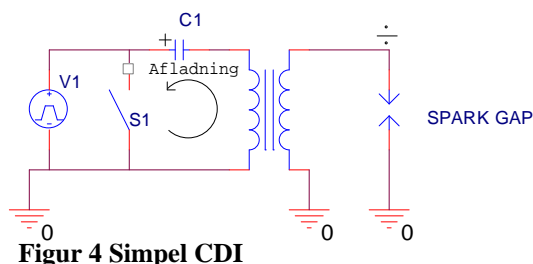
Og ikke mindst støj, som kan interferere med eventuelle processor.

Hvordan virker CDI tændingen.

En CDI tænding har 5 vigtige komponenter.

Se Figur 4 Sempel CDI

- Stator, virker som en dynamo, der producerer veksel spænding.
Benævnt som V1
- Thyristor, virker som en kontakt
Benævnt som S1.
- Kondensator, som sørger for at der en energi nok.
- Tændspolen, der booster tændspændingen op.
- Tændrør, der tænder gas blandingen.



Figur 4 Sempel CDI

Måden denne CDI tænding virker på.

1. C1 bliver opladt af V1.
2. S1 lukker.
3. Kondensatoren aflader igennem tændspolen.
4. Der går en strøm igennem spolen, hvilket medfører en spænding til tændrøret.

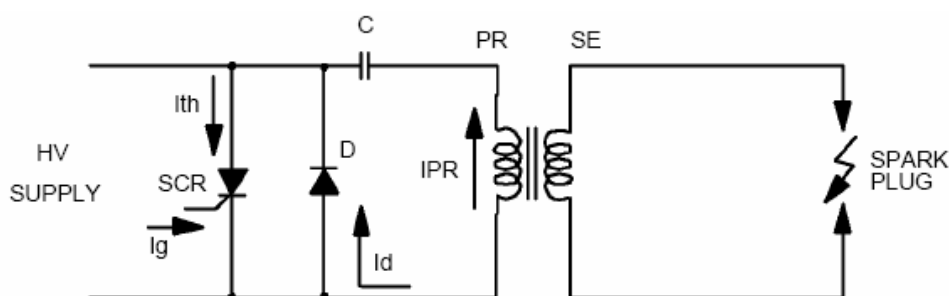
I stedet for at bruge en kontakt, som der bruges i ketting systemet, bruges der i stedet en thyristor, eller i den nyere teknik en IGBT

CDI Typer.⁴⁵

Der findes 2 måder at konstruere en CDI tænding på. De følgende typer er fra en applikation fra ST, de følgende typer er kaldt ved navn Topologi 1 og Topologi 2. Den eneste hardware forskel der på disse 2 typer er at friløbs dioden sidder henholdsvis over thyristeren eller tændspolen.

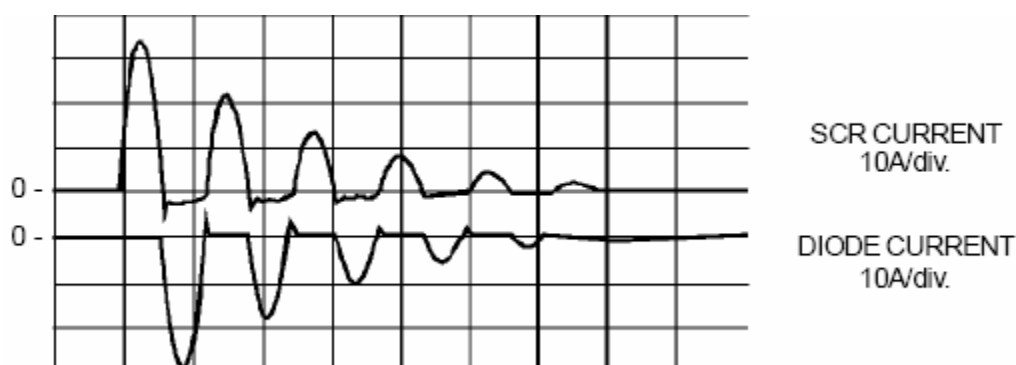
De 2 måder der refereres til kan ses i Figur 5⁴ Topologi 1 og Figur 7⁴ Topologi 2.

Topologi 1.



Figur 5⁴ Topologi 1

Når kondensatoren er opladt, og der kommer en trigger spænding på gaten, vil kondensatoren aflades igennem thyristeren og ind i spolen. Spolen vil derefter aflades igennem dioden og ind i kondensatoren.



Figur 6⁴ Strømme i Topologi 1

I denne konstruktion vil thyristeren og dioden skiftevis lede, alt efter om det er kondensatoren eller spolen der ”indeholder”. energien

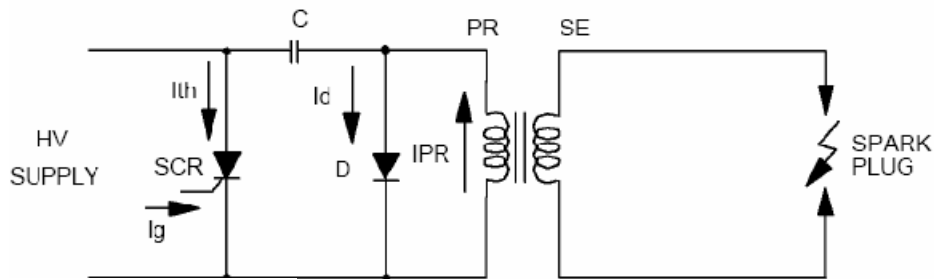
Det kan i Figur 6⁴ Strømme i Topologi 1 ses hvordan thyristerne og dioden skiftevis leder.

⁴ SGS - Thomsen

⁵ Motor Electric Manual

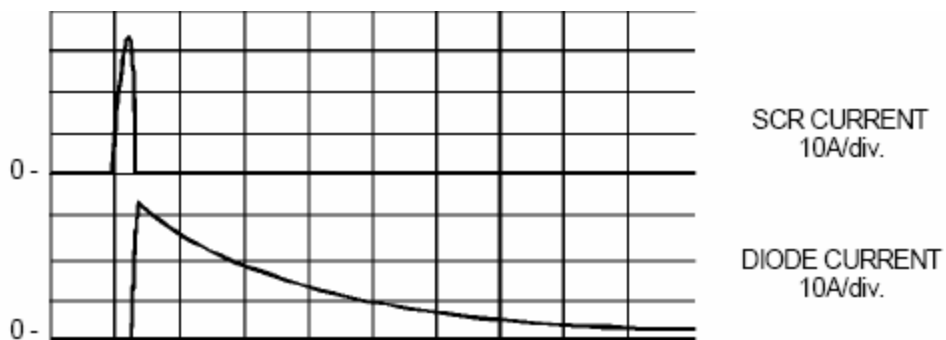
Topologi 2.

I denne konstruktion vil thyristeren lede, når den får en trigger puls på gaten, indtil at kondensatorens energi er sendt over i spolen, hvorefter at spolen vil aflade igennem dioden.



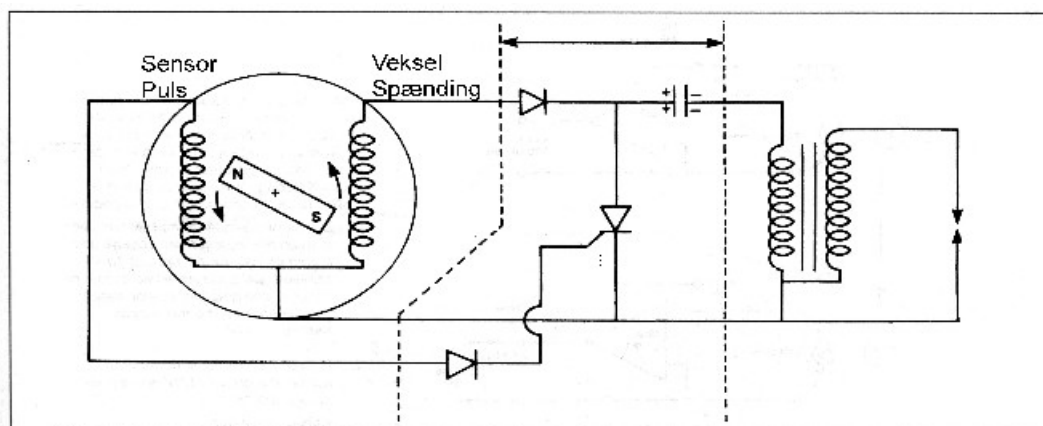
Figur 7⁴ Topologi 2

I Figur 8⁴ Strømme i Topologi 2 ses hvordan, først thyristeren leder og derefter dioden.



Figur 8⁴ Strømme i Topologi 2

Der findes 2 måder at forsyne en CDI tænding på. AC-CDI og Batteri CDI. AC-CDI systemet har en stator, se Figur 10 Stator, som forsyning, hvilket vil sige at den bliver forsynet, af en vekselstrøms generator. Denne metode forekommer oftest på scootere og knallerter. Princippet hvordan systemet virker ses i Figur 9⁵ AC-CDI



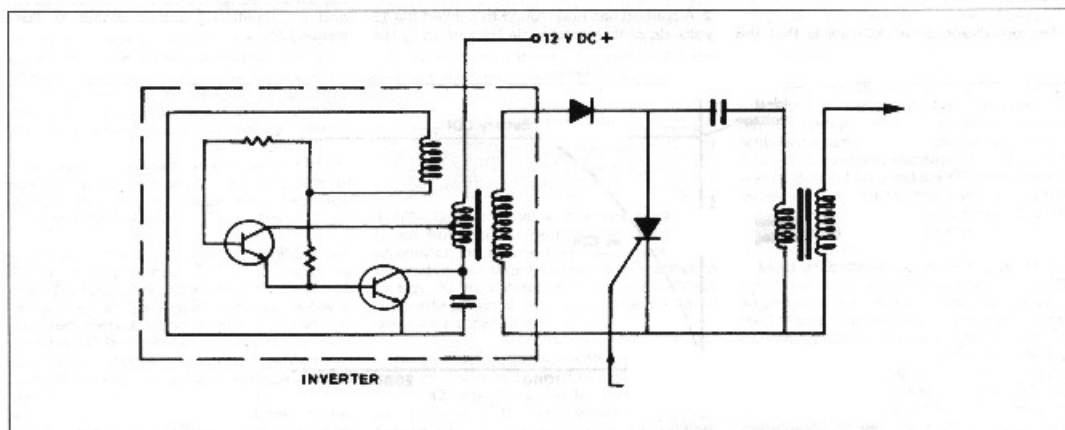
Figur 9⁵ AC-CDI



Figur 10 Stator

Batteri systemet, har til den forskel at den bliver forsynet af et batteri. Der er i CDI tændingen en inverter der booster spændingen op. Denne metode forekommer oftest på motorcykler.

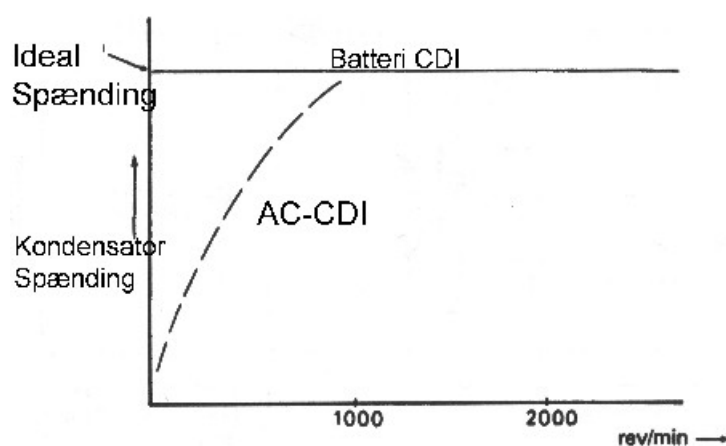
Princippet hvordan systemet virker ses i Figur 11⁵ Batteri CDI



Figur 11⁵ Batteri CDI

Forskellen på de 2 typer, kan ses i Figur 12⁵ Forskellen på AC-CDI / Batteri CDI

Ved lave omdrejninger, og ved start, har batteri systemet en højere forsyning, og kan derfor lave en bedre tænd gnist.

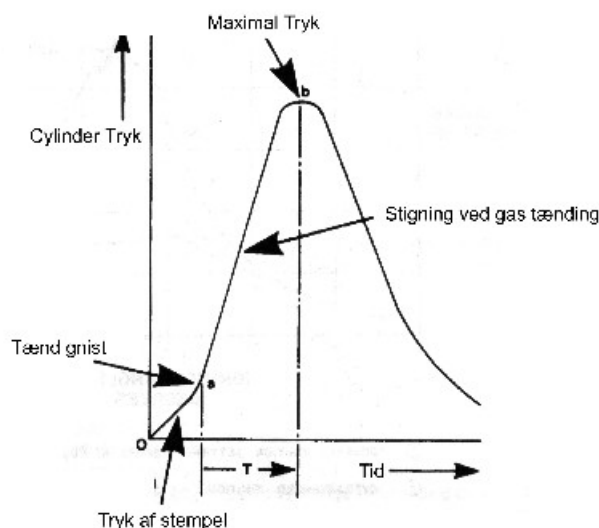


Figur 12⁵ Forskellen på AC-CDI / Batteri CDI

Avancering.⁶

Tændingstidspunktet er afhængigt, af den variere omdrejnings hastighed og motorens belastning. Det gør et behov for at ændre tændingstidspunktet.

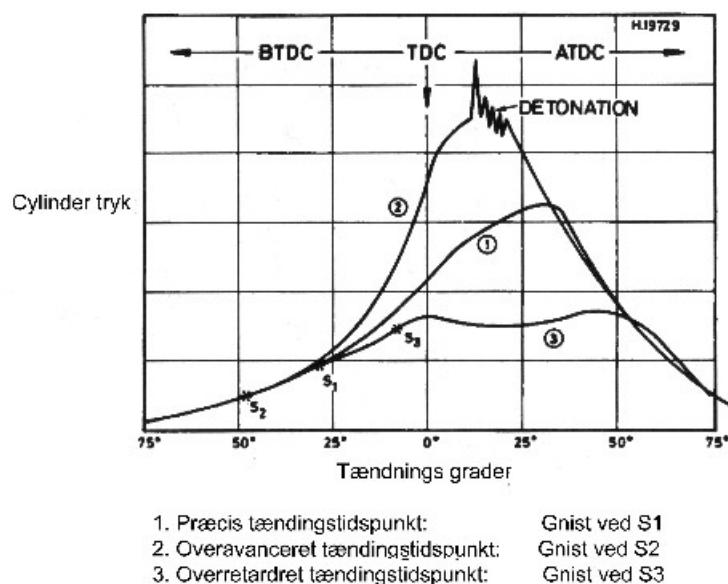
Grunden til dette er at, gas blandingen er et stykke tid om at antænde, og opbygge et tryk i cylinderen. Som det ses i Figur 13⁶ Cylinder tryk forløb, hvilket er benævnt



Figur 13⁶ Cylinder tryk forløb

som tiden (T). Det maksimale tryk skal komme, på et bestemt tidspunkt efter TDC (top dead center), og da tiden (T) er ikke proportionelt, med stigningen af omdrejningstallet på motoren. Vil det resultere at det maksimale tryk kommer for sent. Hvilket kaldes for overretarderet. Se Figur 14⁶ Cylinder tryk. Derfor skal tændingstidspunktet komme før, ved stigende omdrejninger.

⁶ Motor Electric Manual



Figur 14⁶ Cylinder tryk

Hvis tændingen kommer for sent, overretardret(3), bliver virkningsgraden reduceret betydeligt.

Hvis tændingen kommer for tidligt, overavanceret(2). Får man en maksimal virkningsgrad.

Ved begge tilfælde, er der en uacceptabel forurening. Samtidig med at, det kan forvolde skade på motorens andre dele.

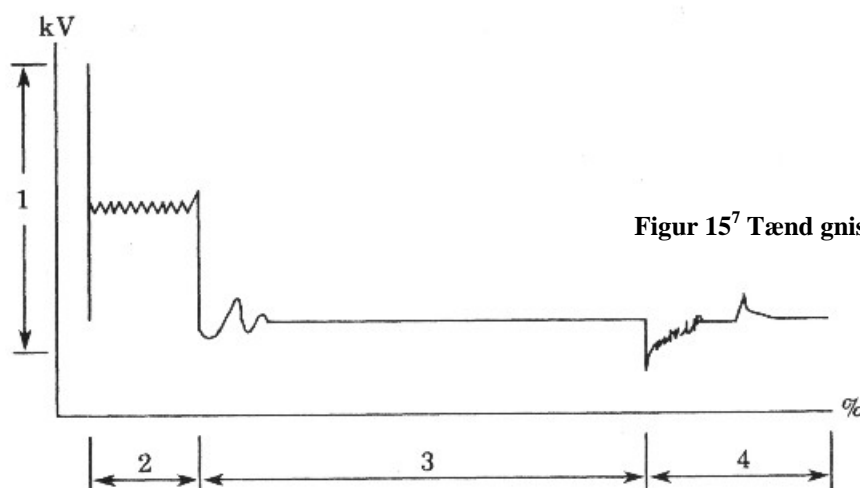
Den rigtige forbrænding er når tændingstidspunktet ligger lige imellem, som det ses på kurve (1) i Figur 14⁶ Cylinder tryk. Hermed opnår man en maksimal virkningsgrad, ved en acceptabel forurening.

Der har i tidens løb, været flere måder at styre avanceringen på, i "gamle dage" havde man en skyde kontakt til at regulere med. Derefter kom cetefugael kraft styring og vakuum styring. Men i den nyere tid har elektronikken taget over.

Tændrør.⁷

Tændingsforløbet. En gnist er opdelt i 4 faser som ses i Figur 15⁷ Tænd gnist forløb.

- Først opbygges der en spænding over elektronerne, en så kaldt tændspænding hvilket medfører at gnist gabet bliver ioniseret, og dermed ledende. Denne spænding er på typisk 12.000 volt.
- Efter gabet er blevet ledende kommer gnistfasen, dette forløb er meget synligt, spændingen ligger typisk på 200 – 400 volt. Dette forløb varer et par micro sekunder.
- Mellemfasen er ikke så synlig, dette forløb varer omkring 1 millisekunder



Figur 15⁷ Tænd gnist forløb

1. Tændspænding
2. Gnistfase
3. Mellemfase
4. Sluttefase

Tændspændingen bliver større når

- Større elektrode afstand
- Større kompression
- Magere gas blanding
- Større radiostøjdæmpningsmodstand

Gnist fasen afhænger af

- Den tilførte energi fra kondensatoren
- Turbulens i cylinderen.

Gnistens elektrode strøm skal gå fra center elektroden og ud til stel elektroden.

For at tænd gas blandingen skal der under ideale forhold bruges under 1 mJ, men i praksis hvor at gas blandingen for eksempel er mager, eller er ujævnt fordelt, skal der bruges 20 mJ.

⁷ Motor Electric Manual

EMC/EMI.⁸

Electromagnetic compatibility / Electromagnetic interference

Der findes 2 problematikker, når der omhandles EMC/EMI.

EMC Immunitet. Er når produktet modtagelig over for udefra kommende støj.

Power transient. På et køretøj er der fyldt med transienter, som kommer fra tændingssystemer, starter motor, generator osv.

Radio frekvens immunitet. Radio antenne og radar systemer udsender et elektromagnetisk felt, som kan skade elektriske systemer. Et sådan felt kan være på 50-100 volt/meter, derfor skal elektriske systemer kunne modstå sådan et felt på op imod 200 volt/meter. Et ubeskyttet system kan risikere at gå i stykker ved et felt på bare 1-10 volt/meter.

EMC Emissions. Er når produktet, sender støj ud til andre apparater.

Radio frekvens emission. Her kan det være højfrekvenser fra for eksempel en adr./data bus.

Den mest brugte metode at reducerer EMI problemer på, er ved print layoutet, det er også der, hvor den enkelte konstruktør, har mest kontrol. Denne metode er tilmed ofte uden omkostninger.

Der er nogle retningslinjer, der skal følges for at få reducerer EMC problemer. Dette er et udpluk fra en applikation note som INTEL har lavet.

1. Identificer kritiske kredsløb

- Emission, her kan være Adr./Data bus. Løsningen kan være at montere en lille modstand i serie. Clock baner og krystallet skal placeres væk fra stik.
- Immunitet, her kan det være reset, interrupt. Løsningen kan være at montere en lille kondensator, ved input benet. Og en lille modstand i serie.

2. Planlæg layoutet

- Gruppere komponenterne

3. Vælg print type

- 1 lags.
- 2 lags. Her kan den ene side være "stel". Hvilket kan underrykke eventuelle støj. Skal monteres med kobber pure.

4. Afkoble forsyningen

⁸ Intel EMI Design Techniques

- Afkoble alle IC kredse, med højfrekvens kondensator så tæt som muligt.
- Monter en ferrit på forsynings ben på IC kredse
- Monter højfrekvens kondensator på forsyning indgang

Disse 4 punkter reducerer udstrålingen, som er lovpligtigt. Under direktiv 72/245/EEC der blev vedtaget i 1950. Udstråling fra et køretøj, med gnist tænding system, skal begrænses så det ikke forstyrre radio og fjernsyn.

5. Sikre mod interferens

- Monter lavfrekvens filter på forsyning
- Monter kondensator på signal ledningerne

Dette sikre mod indstråling, hvilket ikke er et lov krav.

For at få EMC testet sit produkt, skal man ofte ud og få det gjort ved nogle specialister, hvilket kan være omkostnings fuld. Derfor er det en god ide at, udfører nogle såkaldte hjemme test.

For at teste imod immunitet, kan der holdes en mobil telefon nær produktet, her udsættes produktet for en elektromagnetisk felt på omkring 30 volt/meter.

For at teste imod emission, kan der holdes en FM radio nær produktet, her ville der kunne høres en indstråling i radioen.

Dog skal det siges ved de 2 test, at det kun er en bestemt frekvens der bliver testet på, men hvis der sker en fejl, ved disse test ved man der er et problem.

Konklusion af teori.

Dette er de undersøgelser der blev foretaget, inden hardware konstruktionen begyndte, der blev brugt meget tid på at lede og finde ligegyldigt materiale. Der var stort set ingen bøger eller applikations der rettet sig efter konstruktører Der blev fundet frem til, at der før hen har været en god del til rådighed, men er enten blevet trykket tilbage eller fjernet pga. alderen på dem. Der har desuden prøvet at taget henvendelse til firmaet, der har leveret den oprindelige tænding, men fik svaret at det ikke var noget de kunne udtale sig om, da det var et samarbejde med produktienten af scooteren. Så det har været et "lukket land".

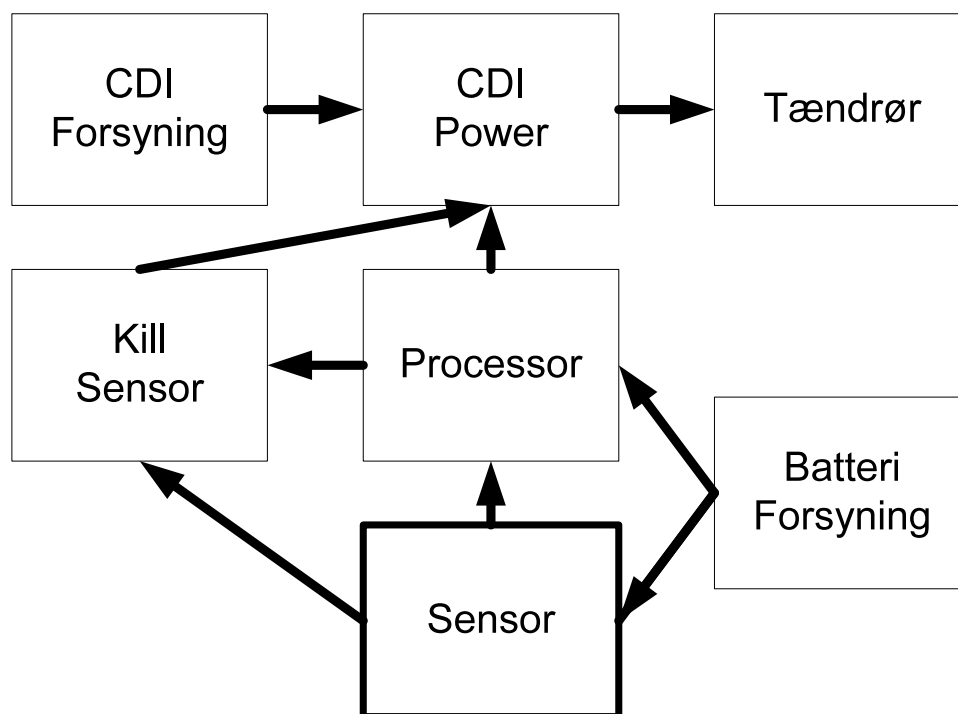
Der er til sidst fundet en applikation fra SGS Thomsen, der henvender sig til konstruktører. Samt har lånt bogen Motorcycle Electrical Manual på biblioteket.

Hardware.

I den følgende tekst er der beskrevet, hvordan den oprindelige tænding fra doner scooteren virker.

Teksten er general dokumentation for valgte kredsløbs typer, samt komponent valg.

Figur 16 Blokdiagram viser hvordan tændingen er opbygget.



Figur 16 Blokdiagram

CDI forsyning, forsyner CDI power kredsløbet, hvilket er en veksel spænding scooteren Stator genererer. Denne spænding ligger omkring 200 – 300 volt.

Batteri spændingen er scooterens egen batteri på 12 volt. Den skal forsyne sensoren og processoren.

Sensoren skal angive hvilke position stemplet har (antal grader før TDC). Der skal undersøges hvilken sensor der finder sig bedst egent til dette. Der er besluttet at bruge 2 sensor, en processoren bruger og er den der normalt bruges. Den anden skal gå uden om processoren, og har til fordel hvis batteriet er afladt, og motoren skal startes. Når kick starten drejer svinghjulet rundt, kommer der en ujævn spænding hvilket gør at processoren ikke starter ordentligt op, og vil ikke kunne aktivere thyristeren. Den der går uden om, er ikke så afhængig af spændingen pulserer, og vil kunne starte motoren.

Processoren skal beregne avanceringen, denne processor skal være en PIC 16F84, da den er fra et tidligere speciale fag.

CDI power, der skal undersøges hvilken topologi der finder sig bedst egent til dette projekt.

Hardware

Oprindelige Tænding.⁹

Den oprindelige tænding, fra doner scooteren, er en tænding fra Kokusan Denki CO, den består af 2 dele.

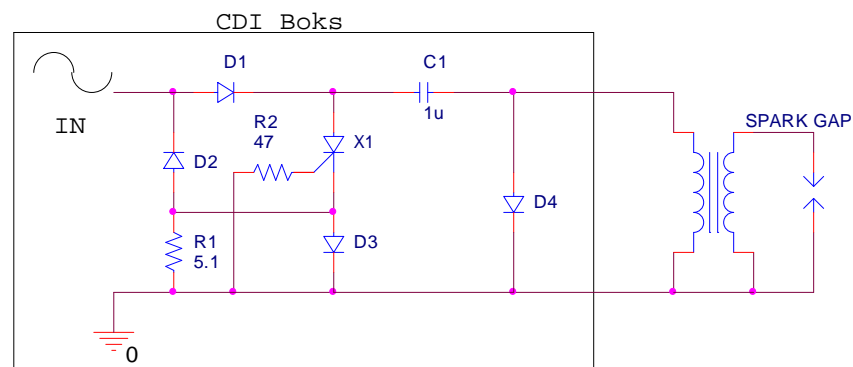
1. Igniter & Ignition (U2194)

Hvilket er opbygget på samme måde som figur 10

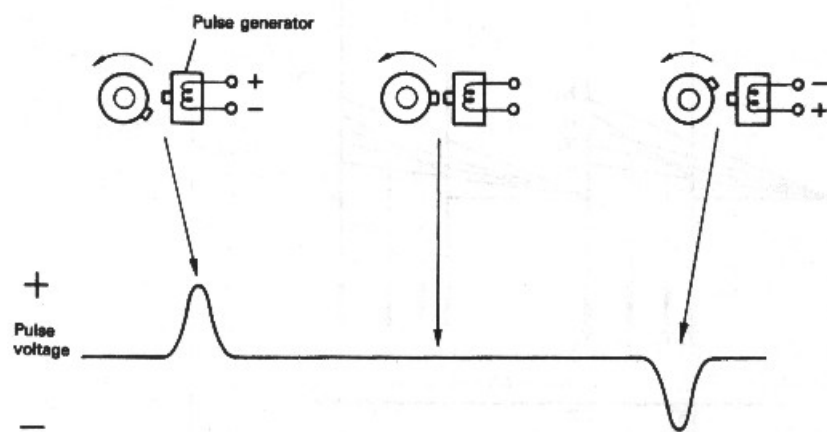
2. Magneto (FP8176)

Hvilket er en stator, der producerer

AC-spænding. Princippet som i figur 11



Figur 17 Oprindelig tænding



Figur 18 Stator spænding

⁹ Motor Electric Manual

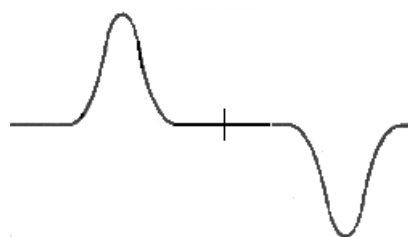
Det specielle ved denne måde at bygge en tænding på, er at der ikke er nogen sensor til at aktiverer kontakten (thyristeren).

Måden den virker på er at, under den positive halvbølge bliver C1 opladt igennem D1, D2 er i spærre retning og der med off. Når den negative puls kommer, er D1 i spærre retning og D2 går on, hvilket gør at katoden på X1 bliver mere negativ end gaten, og X1 går on. Hvilket får D3 til at gå on. Og kondensatoren aflader igennem X1 og D3, og over i spolen

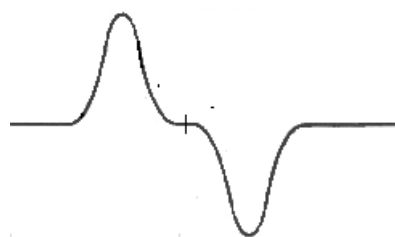
Under trigning af X1 er D3 off. R1 sidder for at begrænse den negative spænding R2 begrænser spændingen på gaten. D4 sidder som en friløbsdiode.

For at gøre denne tænding mere interessant, er der også avancering i den. Som det kan ses i Figur 18 Stator spænding kommer der en positiv puls før, magneten og puls generatoren er ude for hinanden. Og en negativ efter den er passeret.

Det er den negative der gør tricket, da fra før nævnt, var den negative der aktiverede kontakten. I Figur 19 Hurtig omdrejning og Figur 20 Langsom omdrejning illustreres hvordan den negative puls kommer før ved hurtige omdrejninger og dermed avancering. Og pulsen kommer længere tid efter, ved langsomme omdrejninger, og dermed retardet.



Figur 19 Hurtig omdrejning



Figur 20 Langsom omdrejning

Kredsløbs beskrivelse

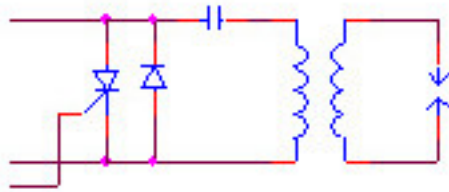
CDI Power

Det er besluttet at analysere de 2 CDI topologier fra SGS Thomsen. Ved at kigge på strømme og spændinger i de 2 kredsløb, samt en praktisk test. Derudfra vil der blive besluttet hvilken der er bedst egnende.

Topologi 1.

Figur 21 Topologi Type 1 viser hvordan kredsløbet er opbygget.

Thyristeren og friløbs dioden sidder som en kontakt. Kondensatoren og spolen, er de 2 energi afhængige komponenter.

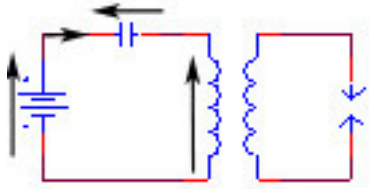


Figur 21 Topologi Type 1

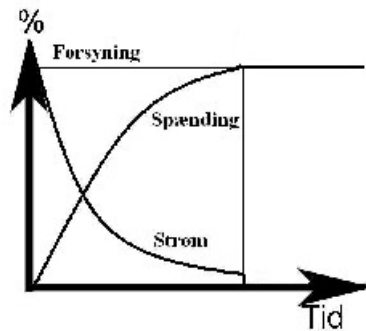
Kredsløbs funktionen er opdelt i 4 punkter.

1. Opladning af energi, kondensatoren oplades
2. Thyristor går on (kortsluttet), kondensatoren aflades
3. Thyristor er on (kortsluttet), spolen oplades
4. Diode går on (kortsluttet), spolen aflades

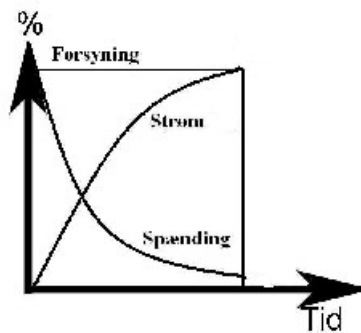
1. Statoren drejer rundt hvilket genererer en veksel spænding, som bliver ensrettet, hvorefter kondensatoren vil blive opladet.
Thyrister og diode er off, og dermed afbrudt.



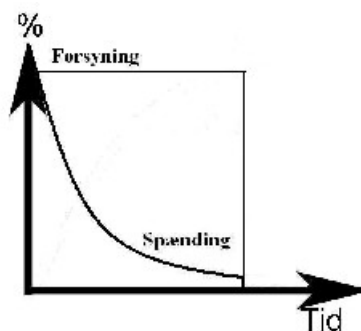
Figur 22



Figur 23 Strøm og spænding i kondensator

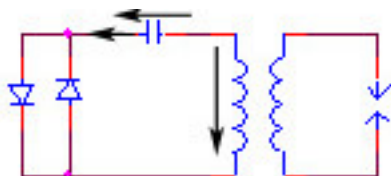


Figur 24 Strøm og spænding i primær spole

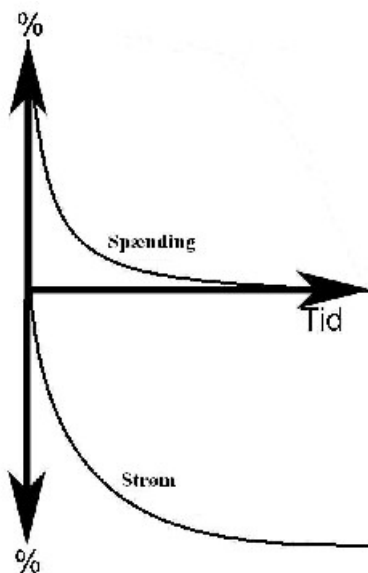


Figur 25 Spænding i sekundær spole

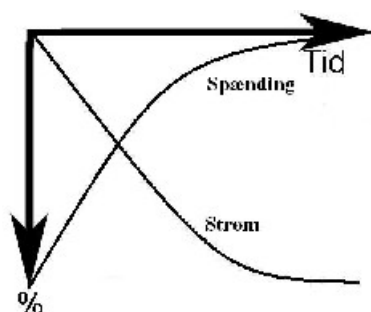
2. Thyristeren bliver trigget på gaten. Der får thyristeren til at gå on (diode strækning). Kondensatorens første side vil blive lagt til 0V + thyristeren forward spænding, hvilket vil trække den modsatte side ligeledes negativ. Derefter vil kondensatorens energi vil flyde over i spolen.



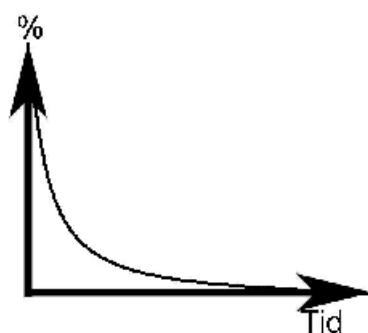
Figur 26



Figur 27 Strøm og spænding i kondensator

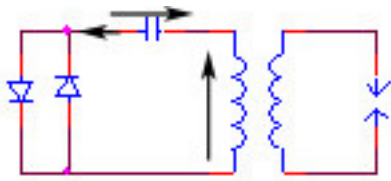


Figur 28 Strøm og spænding i primær spole

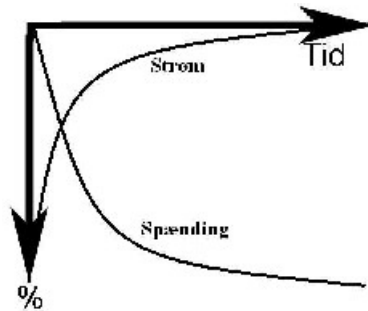


Figur 29 Spænding i sekundær spole

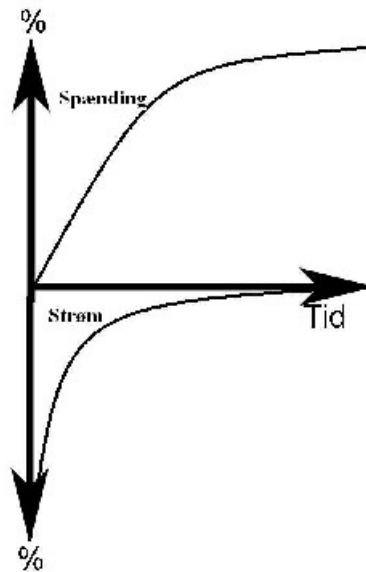
3. Idet spolen bliver påtrykt en strøm fra kondensatoren, vil spolen forsøge at opretholde den samme størrelse strøm, hvilket resulterer i at der induceres en positiv spænding i spolen indtil der ikke mere strøm. Thyristeren lukker når der ikke går mere strøm.



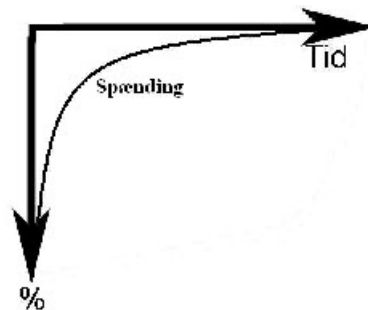
Figur 30



Figur 31 Strøm og spænding i kondensator

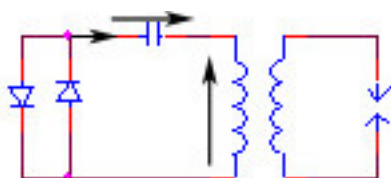


Figur 32 Strøm og spænding i primær spole

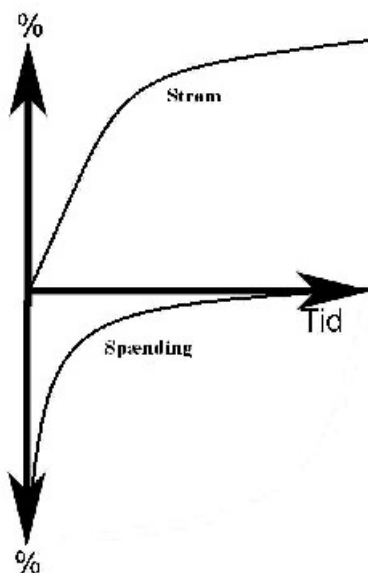


Figur 33 Spænding i sekundær spole

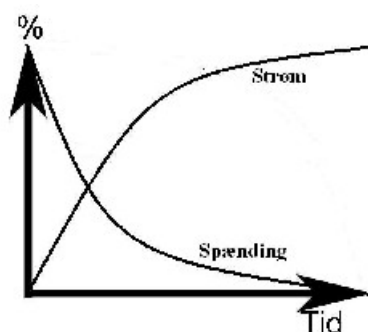
4. Thyristeren går nu off (afbrudt). Spolen vil nu til at aflade, igennem dioden der er gået on (kortsluttet) og ind i kondensatoren.



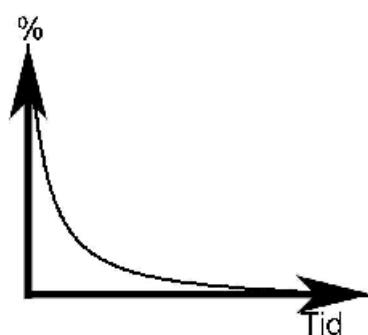
Figur 34



Figur 35 Strøm og spænding i kondensator



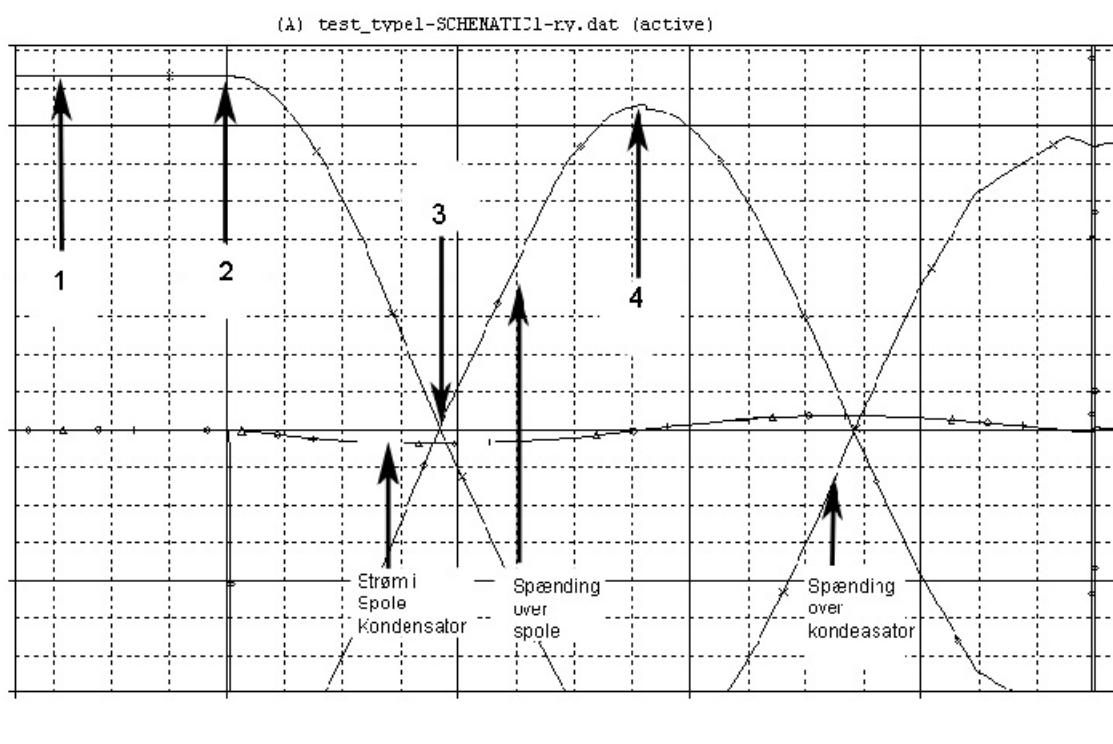
Figur 36 Strøm og spænding i primær spole



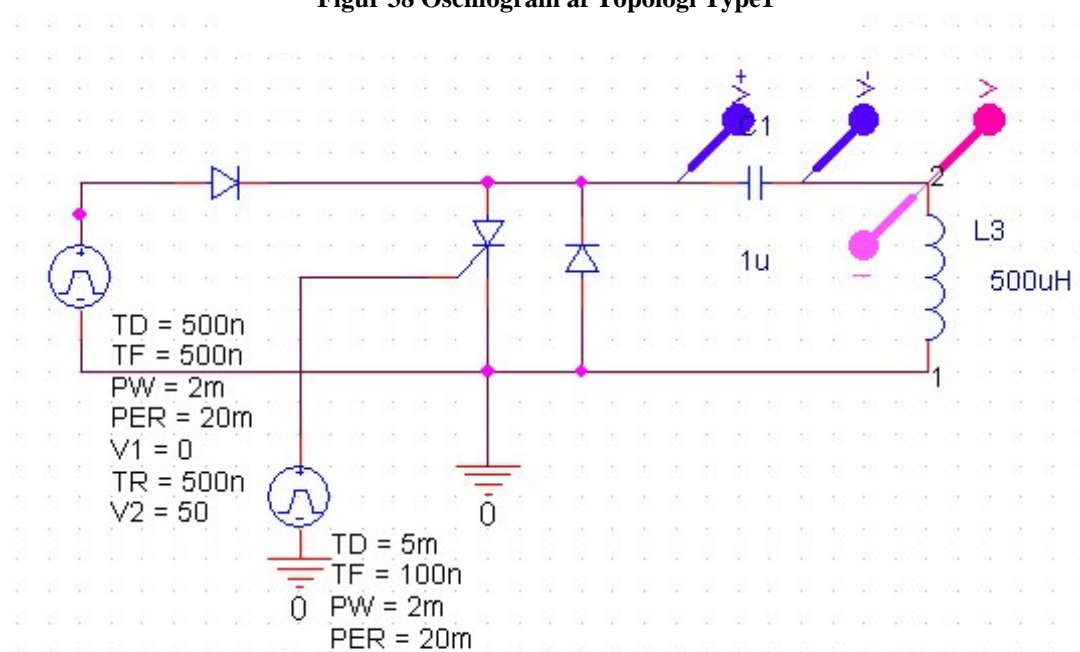
Figur 37 Spænding i primær spole

De 3 sidste punkter vil gentage sig indtil der ikke er mere energi tilbage, hvilket primært er afhængig af belastningen på spolens sekundære side. Hvilket der gør at der kommer en sinus over spolerne.

I Figur 38 Oscillogram af Topologi Type1 kan ses en Pspice simulering af det gennem gået eksempel. Trin 2-3-4. Hvor tal markeringerne passer til før nævnt kredsløbs beskrivelse.



Figur 38 Oscillogram af Topologi Type1

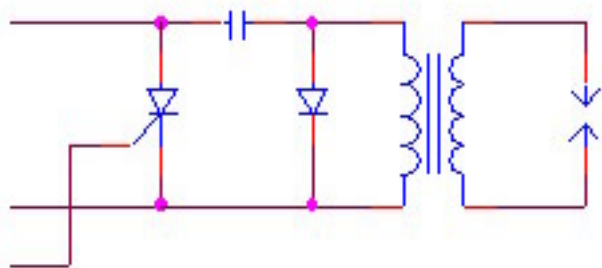


Figur 39 Diagram af Topologi 1 simulering

Topologi 2.

Figur 40 Topologi Type 2 viser hvordan kredsløbet er opbygget.

Thyristeren og friløbs dioden sidder som en kontakt. Kondensatoren, er den energi afhængige komponent. Det er til forskel til denne topologi, frem for den anden er at opladningen går ikke igennem spolen, men igennem en diode.

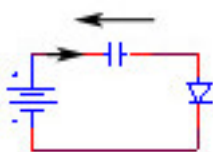


Figur 40 Topologi Type 2

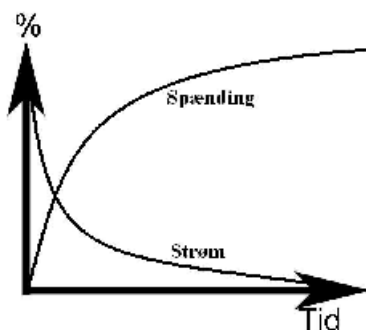
Kredsløbet er delt op i 3 punkter.

1. Opladning af energi, kondensatoren oplades.
2. Thyristor går on (kortsluttet), kondensatoren aflades.
3. Dioden går on (kortsluttet).

1. Kondensatoren oplades af statoren igennem dioden.

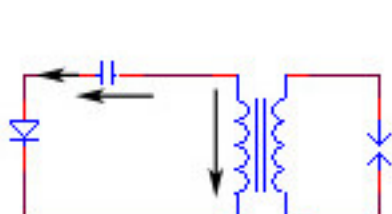


Figur 41

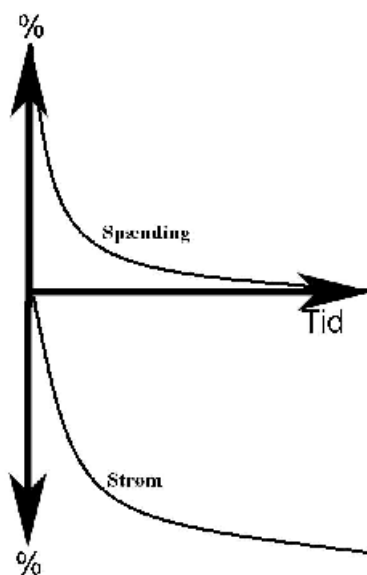


Figur 42 Strøm og Spænding i kondensator

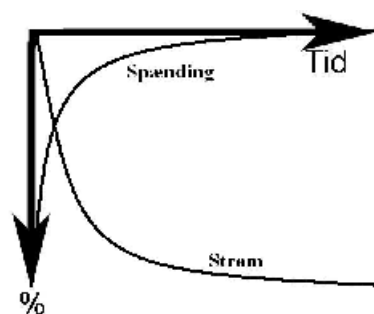
2. Thyristeren går on(kortsluttet), hvilket medfører at den positive side af kondensatoren trækkes ned mod 0v. Hvilket gør at den modsatte side trækkes ligeledes ned.



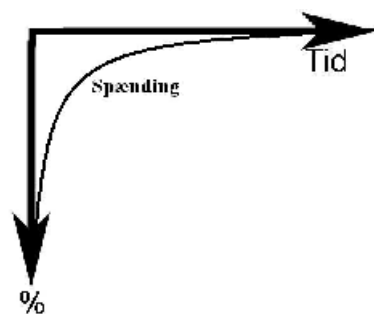
Figur 43



Figur 44 Strøm og Spænding i kondensatoren

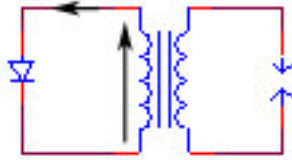


Figur 45 Strøm og Spænding i primær spole

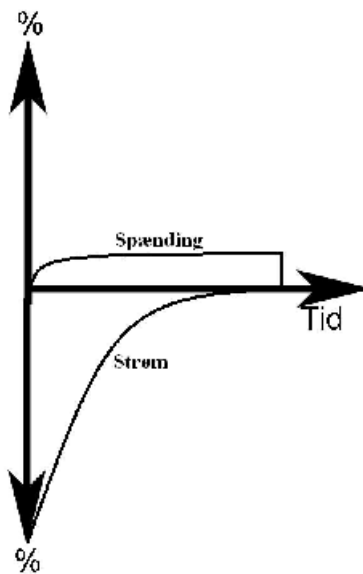


Figur 46 Spænding i sekundær spole

3. Spole vil forsøge at opret holde den samme strøm, så der induceres en spænding, hvilket ikke kan komme højre en dioden forward spænding.



Figur 47



Figur 48 Strøm og Spænding i primær spole

Konklusion af CDI Power.

Der er et par forskelle på de 2 topologier.

Ved høje omdrejninger er topologi 2 bedst, fordi Dwell tiden (oplade tiden) er mindre, da den ikke skal oplade igennem tændspolen. Og gate trigger spændingen kan være kortere, da thyristeren kun tiggens en gang. Pulsens vil blive kortere, jo højere omdrejninger motoren har.

Der er dog den ulempe ved type 2, at der afsættes mindre energi i tændrøret, da der afsættes mere effekt i dioden. Den momenterer spænding på sekundær spolen er ens, så hvis motoren har en ideal gas blanding, ville type 2 fortrækkes. Men da de fleste motorer ikke er ideelle, fortrækkes type 1, der er dog den ulempe at gate spændingen skal triggens i længere tid.

Med hensyn til komponenter er type 1 også bedre da !

Type 1 afsættes der mere effekt i thyristeren end i type 2.

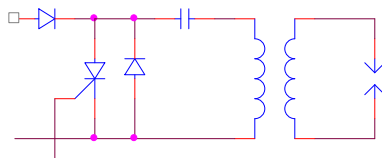
Type 1 afsættes der mindre effekt i dioden end i type 2.

Samt i type 1 er det en puls strøm, i stedet for en vedvarende som i type 2.

En thyristor der kan tåle den afsatte effekt, er billigere end en diode der kan tåle den afsatte effekt.

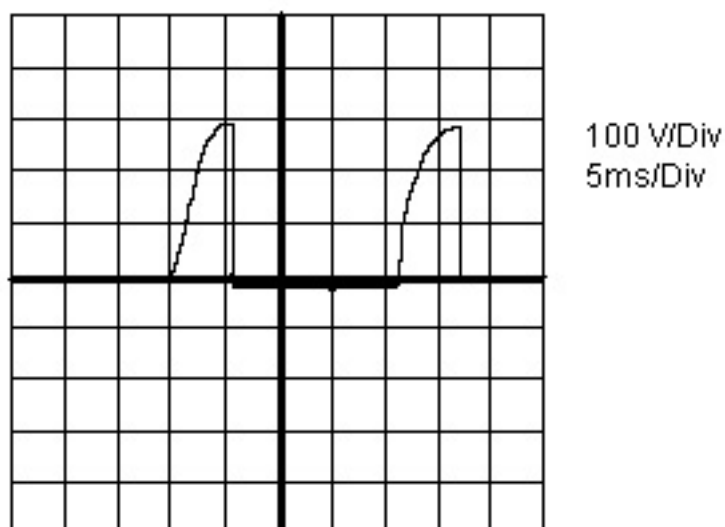
Valget af topologi.

Er baseret på foregående undersøgelser, samt at den oprindelige tænding topologi 2, hvilket i praktisk ikke virke optimalt. Så valget bliver topologi 1.



Dimensionering af CDI power.

Først findes den maksimale spænding, dette er gjort ved at måle med et oscilloskop på CDI forsyningen, men den oprindelig tænding.



Dette oscillogram er målt på statoren. Der er kun en lille negativ forsyning. Der vil normalt være lige meget negativ som positiv, men den oprindelige tænding trækker den negative spænding ned. Se afsnit oprindelig tænding

Den energi afhængige komponent er kondensatoren, og fra tidligere teori vides det at energien skal ligge over 20 mJ.

$$W \geq 20mj$$

$$C \geq \frac{W}{U^2}$$

$$222nF \geq \frac{20mj}{300^2}$$

For at opnå den mindste anbefalede energi skal kondensatoren minimum være 222nF. Kondensator vælges dog til 1µF, da spændingen ikke konstant er 300V, den er faldende ved højere omdrejninger. Den valgte størrelse er også det SGS Thomsen applikation anbefaler.

Ensretter dioden. Ved en fejl og thyristeren ikke bliver trigget, vil kondensatoren være opladt til 300V, når CDI forsyningen bliver negativ vil der ligge en reverse spænding over ensretter dioden på

$$UC + (-1 * U_{CDI}) = U_{Reverse}$$
$$300 + (-1 * -300) = 600V$$

Ensretter dioden skal kunne tåle en reverse spænding på 600V

Thyristeren og friløbsdioden skal kunne tåle en reverse spænding på 300V

Strømmen er ikke beregnet, da forbruget på spolens sekundær side er ukendt, men vil blive målt i afsnittet målt opstilling.

Valget af de ovenstående komponenter. Der blev fundet en 8 benet IC kreds der indeholdt disse 3 komponenter, en ICC03-400 fra SGS Thomsen, hvilket er beregnet til CDI tændinger.

Men denne komponent var desværre ikke til at få som sample. Så der måtte kigges i farnell kataloget.

Der blev fundet en thyristor, en 2N6509. Der kan tåle 800V / 250A peak.

Til dioderne faldt valget på 1N40XX. Her skulle reverse spændingen være på 300V ved friløbsdioden og 600V ved ensretter dioden. Her kan 1N4004 / 1N4005 bruges

For at ligge en sikkerhed magen ind vælges 1N4007 til begge, der kan tåle 1000V / 30A peak. Hvilket alligevel koster det samme, eller inde for et par øre.

Sensor.

Der er valgt at bruge en hall sensor, til at angive hvilken position stemplet har. Dette valg er på grundlag af der ofte bruges denne type sensor ved auto elektronik, og monteringen af dem virker også nemmere.

Det blev en sensor fra allegro. Det blev besluttet at bestille et par forskellige hjem, da det ikke var sikkert, hvilken der ville passe bedst til en givende magnet.

Dem der blev bestil hjem, havde følgende specifikationer

- Beregnet til auto elektronik
- Unipolar
- Har hysteres

Det at de er beregnet til auto elektronik, gør at spændings variationer ikke har den store indflydelse, samt at de er mekaniske er stærkere.

Valget af unipolar er fordi det er mest praktisk med 1 magnet, desuden 2 magneter er dobbelt så meget uafbalanceret vægt på krumtappen, der kunne dog sættes en magnet diagonalt overfor hinanden, så der er 180° mellem den åbner og lukker, dette ville balancerer vægten på krumtappen, men så er der problemer med at den positive CDI forsyning ville komme mens thyristeren er on. Så valget blev 1 magnet og unipolar hall sensor.

Det at den har hysteres, gør at jo mere hysteres jo længere tid thyristeren er on. Hvilket er vigtigt i den valgte topologi.

Det hall sensoren skal, er at gå on når magneten er lige ude foran den, og være on i et stykke tid.

Efter en praktisk test, har det vist sig at hall sensoren A3144 reagerer bedst på den udvalgte magnet. Hvilket er fra rs-components med følgende data.

		Feltstyrke
Type	Dimensioner i mm	GAUSS
M 01	1,6 × 1,6 × 12,7	575

Figur 49 Magnet Data

Den praktiske test bestod i at fører magneten hen over hall sensoren, og opseverer hvor langt magnet skal på hall sensoren før den går on, og hvor langt den skal væk før den går off. Og hvor stor afstand der må være imellem magneten og hall sensoren.



Figur 50 Test Af Hall Sensor

Det har så vist sig at sensoren går on, lige når magneten er ved huset, og er åben få grader. Ved en afstand på 1mm.

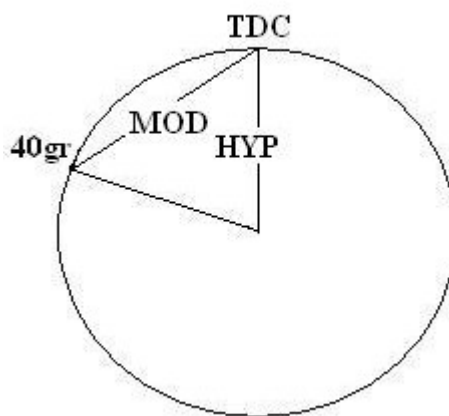
Montering af sensor.

Der er som tidligere nævnt besluttet at bruge 2 sensor.

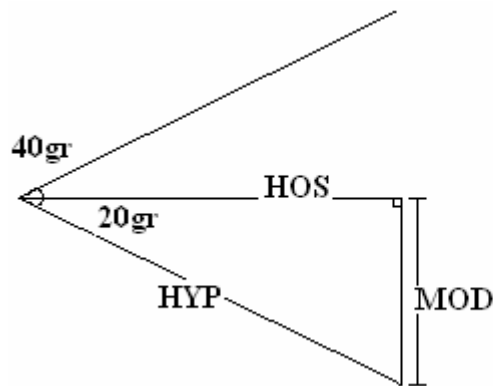
Den der går uden om processoren er valgt til 10° BTDC(før top dead center) og den der går igennem processoren på 40°BTDC. Disse punkter er ikke valgt ud fra noget bestemt. De ikke er kritiske, de 40° er blot en punkt at processoren skal bruge til udregne tændingstidspunktet. De 10° skal kun bruges til at starte motoren, hvorefter den skal deaktiveres efter motoren er startet. Grunden til at den skal deaktiveres er, hvis der sker en fejl i 40° sensoren, og dermed ikke aktiverer thyristeren, og der ikke er nogle fejl 10° sensoren, vil den antænde gas blandingen, og hvis motoren er oppe i omdrejninger, vil trykket i cylinderen komme for sent (overretardet) og skade motoren dele.

Det har fundet sig mest praktisk at monterer magneten på et blæsehjul, der har en diameter på 116,7mm. Der skal så beregnes hvor sensorerne skal sidde, de monteres på et veroboard, der sættes på motoren.

Til at starte med afmærkes TDC på blæsehjulet. Derefter beregnes afstanden hen til 10° og til 40°



Figur 51 Blæsehjul



Figur 52

Afstanden fra TDC og hen til 40° punktet, kan findes på følgende måde.

Vinklen deles op i 2 så man har en retvinklet trekant på 20° som i Figur 52, så kan den modstående katete findes og ganges med 2, hvilket er afstanden fra punkterne TDC og 40°.

De 2 faktorer der er kendte er vinklen på 20° og hypotenusen som er radius af blæsehjulet $116\text{mm}/2 = 58,35\text{mm}$

$$\sin V * \text{Hypotenusen} = \text{ModståendeKatete}$$

$$\sin 20 * 58,35\text{mm} = 19,957\text{mm}$$

Dette skal så ganges med 2

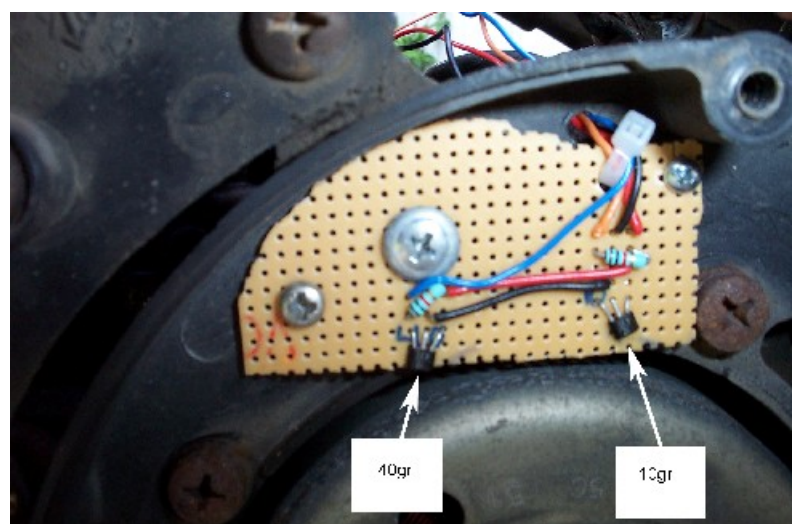
$$19,957\text{mm} * 2 = 39,914\text{mm}$$

På samme måde findes punktet til 10°

$$\sin 5 * 58,35\text{mm} = 5,09\text{mm}$$

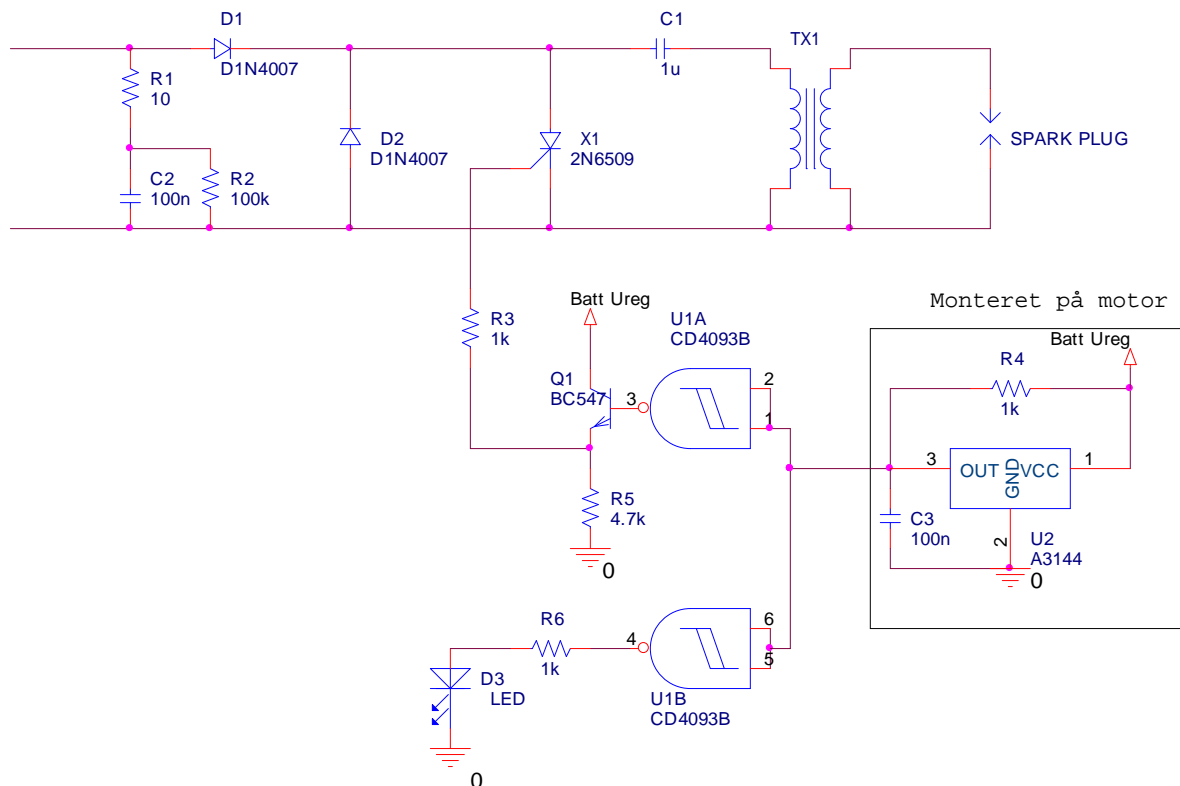
$$5,09\text{mm} * 2 = 10,18\text{mm}$$

Disse 2 punkter afmærkes på blæsehjulet, derefter påmonteres blæsthjulet på motoren igen, og så kan man afmærke det allerede monterede print, så har man et rimelig præcis afmærkning, hvor sensorerne skal sidde på printet.



Første kredsløb

Efter sensorerne var monteret, blev følgende kredsløb afprøvet på scooteren, hvilket viste sig at virke. Der er ingen avancering så omdrejnings tallet kunne ikke komme ret højt op.



Figur 53 Første kredsløb

R1/R2/C2 sidder som en "snupper" den fjerner transienter, valget af disse er ikke af væsentlig betydning, dog skal kondensatoren kunne tåle over 300V.

R4/C3/U2 er sensor kredsløbet, idet at hall sensoren har open kollektor, skal den bruge en pull up modstand, værdien er ikke kritisk, den er valgt til 1k?. C3 sidder som afkobling. Det er valgt at montere R4 ude ved sensoren, for at undgå at der går en strøm i signal ledningen, hvilket kan reducerer EMC fejl.

Idet at hall sensoren bruger negativ logik, bruges NAND gaten til at inverter signalet. R3/R5/Q1 sidder som en strøm forstærker til thyristeren. Ifølge thyristerens datablad skal gaten påtrykkes 0,7V / 10mA for at få den til at gå on. Da NAND gaten ikke kan leverer denne effekt er det valgt at bruge en jordet kollektor kobling, som strømforstærker. For at strøm / spænding styre thyristerens gate skal der sættes en modstand i serie R3.

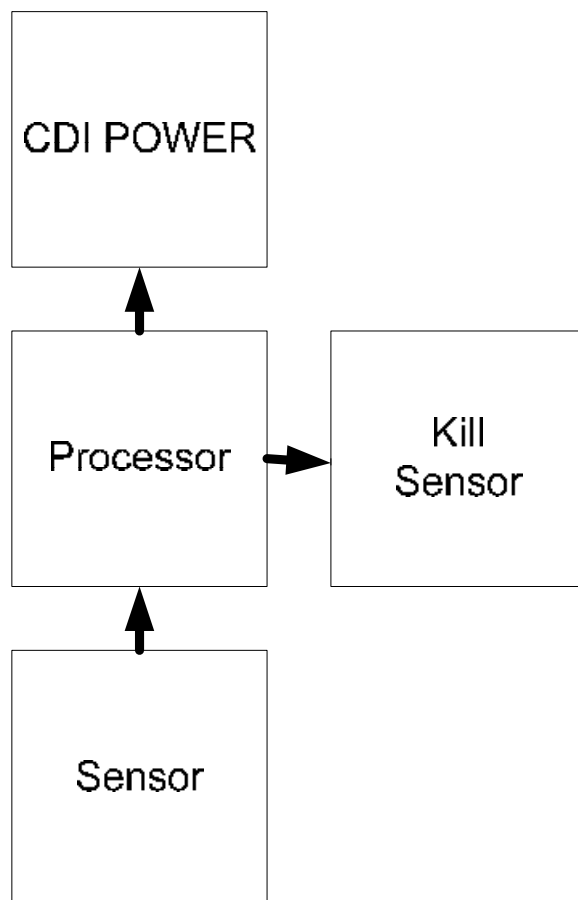
R5 er valgt til 4,7k?. R3 er beregnet til 1k?.

$$R3 = \frac{(U_{u1} - U_{be}) - U_{gate}}{I_{gate}} = \frac{(12V - 0,7) - 0,7V}{10mA} = 1,06K\Omega$$

R3 afrundes til 1k?

D3, er for at teste sensoren.

Efter denne test af hardwaren, kunne der så derudfra vurderes at kredsløbet virkede som forventet. Efter dette kunne processoren monteres, processoren har 3 funktioner, som kan ses i Figur 54 Processor blokdiagram. Processoren får signal fra 40° sensoren. Processoren deaktiverer 10° sensoren(kill sensor). Og styre thyristeren(kontakten)



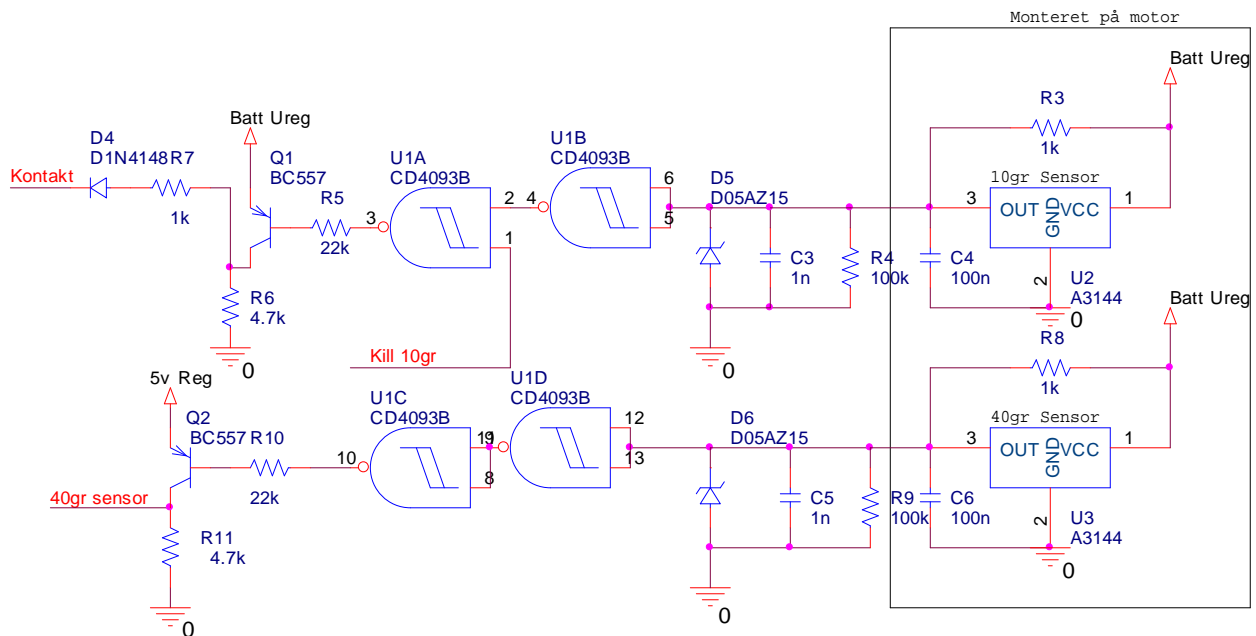
Figur 54 Processor blokdiagram

Det er besluttet at styre thyristeren direkte på et processor ben, det er valgt at bruge PORT B, da det er den der kan belastes hårdest. Men har af hensyn til layoutet, er den skiftet til PORT A, hvilket maks. kan leverer 20mA.

Processoren skal efter et given stykke tid, deaktiverer 10° sensoren, for at beskytte motorens dele, hvilket også giver mulighed for at lave en omdrejnings begrænser i softwaren. Sensoren skal angive hvilken position stemplet har, så processoren kan tænde kontakten på det rigtige tidspunkt. Den samme sensor bruges, også til at finde omdrejning tallet, så avanceringen kan beregnes.

CDI power konstruktionen er som det førnævnte kredsløb.

Sensor kredsløb



Sensorerne har som fra tidligere kredsløb en pullup modstand og en afkoblings kondensator. Ligsom det forrige kredsløb er der brugt NAND gate, men som transistor er der brugt en PNP transistor, da strømmen skal gå ind i gaten for at den virker optimalt.

For at beskytte gatene mod transienter, er henholdsvis D5/C3/R4 og D6/C5/R9 brugt. Modstandene R4/R9 kan være af en så stor størrelse, at der ikke laves en spændingsdeling med R3/R8, hvilket vil resulterer i at indgangene på NAND gaten aldrig ville blive høj. De er valgt en faktor 100 større. Som er 100k?.

Da der skal være mulighed for at deaktivere 10° signalet, er der blevet brugt en NAND gate som virker som en kontakt. For at deaktivere 10° sensoren skal linien Kill 10gr ligges lav.

Der har været kigget på at bruge tri state buffer, men har besluttet at bruge NAND gates af økonomiske årsager, da en NAND gate koster cirka del halve.

Da hall sensoren bruger negativ logik, er det nødvendigt at inverterer 10° signalet, inde det skal styre thyristeren. Samtidig kan gaten ikke drive thyristeren, så der skal også monteres et driver trin. Det er valgt at gøre dette med en jordet emitter. Q1 er valgt til BC547, da den kan tåle både den ønskede spænding og strøm.

Der vides fra tidligere kredsløb at, thyristerens skal gaten påtrykkes $0,7V / 10mA$ for at få den til at gå on. Der vælges som fra tidligere kredsløb at bruge en $1k\Omega$ til $R7$, $R6$ er sat til $4,7k\Omega$, så kan kollektor strømmen i $Q1$ udregnes.

$$IC = IR6 + IR7$$

$$I_{R6} = \frac{U_{bat}}{R6} = \frac{12V}{4,7k\Omega} = 2,55mA$$

$$I_{R7} = \frac{U_{batt} - (U_{gate} + U_{D4})}{R7} = \frac{12V - (0,7V + 0,7V)}{1k\Omega} = 10,6mA$$

$$I_C = 2,55mA + 10,6mA = 13,15mA$$

For at finde værdien på R5, skal hFEén i Q1 findes i databladet, hvilket sættes til 200

$$I_B = \frac{I_C}{hFE} = \frac{13,15mA}{200} = 65,75\mu A$$

Strømmen i Q1 basis er -65,75μA

$$R5 = \frac{U_{batt} - U_{BE}}{I_B} = \frac{12V - 0,7V}{65,75\mu A} = 171,86k\Omega$$

R5 afrundes til 22k?, da store værdier til modstande kan have en negativ indflydelse på støj.

Hvilket giver basis strøm på.

$$I_B = \frac{U_{batt} - U_{BE}}{R5} = \frac{12V - 0,7V}{22k\Omega} = 513,64\mu A$$

Strømmen i Q1 basis bliver dermed -513,64μA, hvilket er inde for det AND gaten kan tåle.

Af praktisk og overskueligt årsager når der skal programmeres, er det valgt at inverterer 40° signalet. Derudover skal signalet have skifte niveau fra CMOS til TTL, dette kan gøres med en jordet emitter, som i foregående eksempel.

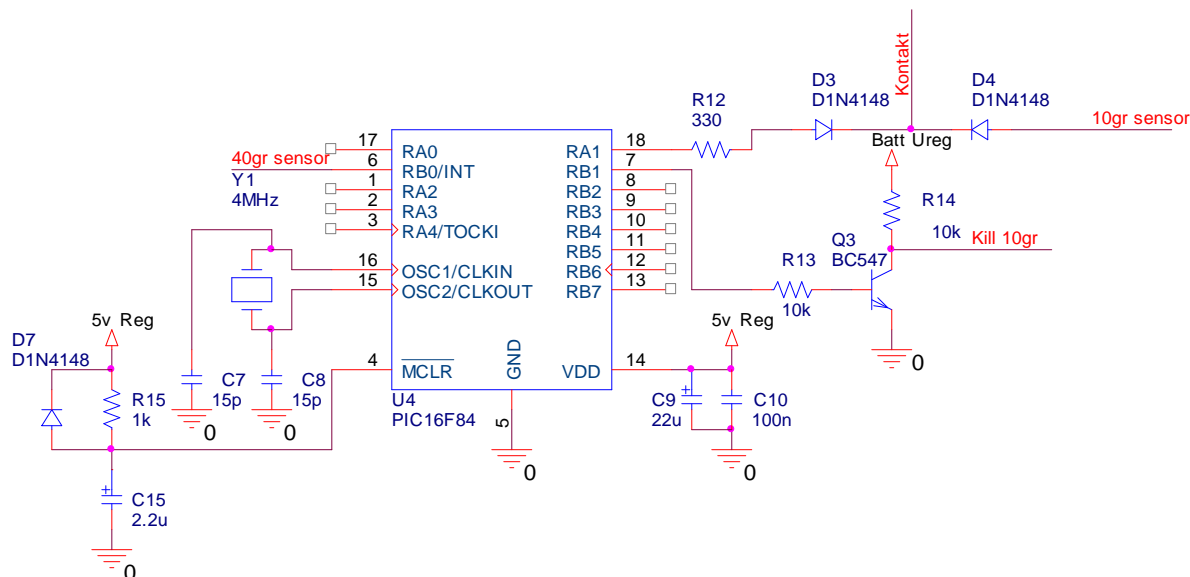
Modstandene R10 og R11 vælges til samme værdi som i ovenstående eksempel. R10 til 22k? og R11 til 4,7k?.

Hvilket giver følgende kollektor og basis strømme i Q2.

$$I_C = \frac{5V_{reg}}{R11} = \frac{5V}{4,7k\Omega} = 1,06mA$$

$$I_B = \frac{5V_{reg} - U_{BE}}{R10} = \frac{5V - 0,7V}{22k\Omega} = 195,45\mu A$$

Processor kredsløb



Figur 55 Diagram af processor

MCLR kredsløbet er valgt ud fra, PIC bogen PIC for Beginners. Den sørger for at PICén bliver startet ordentlig op, i form af PICén først begynder at opererer efter kondensatoren C er opladt. Hvilket giver en delay tid på.

$$5\tau = (R * C) * 5$$

$$5\tau = (1k\Omega * 2,2\mu) * 5 = 11mS$$

Oplade tiden for C15 er 11ms, aflade tiden er betydelig mindre da den vil aflade igennem D7, hvis forsyningen forsvinder.

Krystallet Y1 er midlertidig valgt til 4 Mhz, dette kan ændre sig hvis softwaren kræver det. Kondensatoren skal ifølge databladet være imellem 15pF-33pF. Her er C7 og C8 valgt til 15pF.

40° sensor er valgt være interrupt styret, der skal i softwaren indstilles til at være en positiv gående kant trigning, for at få det mest præcise stempel position.

Der er på forsyningen, monteret en afkoblings kondensator, samt en elektrolyt til at stabiliserer for spænding variationer.

Styring af thyristeren. Som før nævnt er det valgt at køre direkte på processoren benet. For ikke at belaste de 2 sensor kredsløb, med hinanden, er det valgt at sætte en diode i serie. R12 er for at styre strøm / spænding af thyristers gate.

R12 skal derfor beregne således.

$$R12 = \frac{U1 - D1 - U_{gate}}{I_{gate}}$$

$$R12 = \frac{5V - 0,7V - 0,7}{10mA} = 360\Omega$$

R12 afrundes til 330?

Til at deaktivere 10° sensoren, skal der være 0V på net linien Kill 10gr.

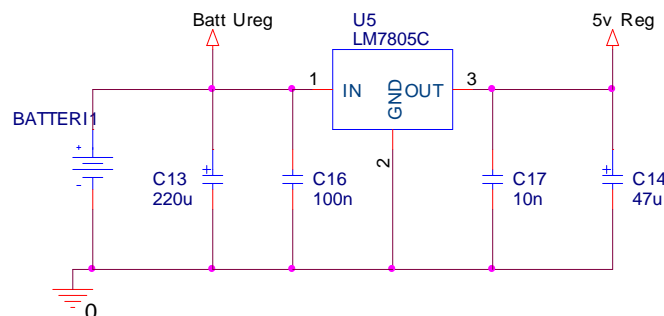
Dette klares med en jordet emitter.

Kredsløbet virker som en TTL til CMOS konverter.

Q3 vælges til at være en BC 547, og modstanden vælges til 10k?

Forsyning.

Til at forsyne de beskrevne kredsløb, bruges enten scooteren eget batteri hvilket er refereret som "Batt Ureg" eller bruges der en 5V beskrevet som "5vReg", der kommer fra regulatoren som ses i Figur 56 5V Regulator



Figur 56 5V Regulator

De brugte kondensator bruges til at øge stabiliteten ved batteri sving, samt at fjerne transienter og undgå regulatoren går i sving. C13 og C14 er skønnet til henholdsvis 220µF og 47µF. C16 og C17 er valgt ifølge datablad. Regulatoren vælges til at være en LM7805, da den kun skal forsyne processoren som bruger maks. 20mA og CMOS til TTL konverteren har et forbrug på 1,1mA.

Den maksimale afsatte effekt i U5 er

$$P = U_{battmaks} * (I_{cpu} + I_{konverter}) = 13,7V * (20mA + 1,1mA) = 289mW$$

Hvilket giver en junction temperatur på

$$T_j = (P * \theta_{j-a}) + T_{amb} = (289mW * 180) + 40^\circ = 92,02^\circ$$

Hvilket er inde for det tilladte. Denne temperatur ville heller ikke blive aktuelt, da strømmen i processoren og i konverteren er pulsserene vil delta strømmen være meget mindre. Delta strømmen er afhængig af omdrejningstallet og softwaren, iform af hvor lang til outputtet på U4 ben 18 er høj.

Konklusion af hardware. For test og målinger se afsnit Test målinger.

Den eneste ændring der evt. skulle være på hardwaren er at monterer et forstærker på processorens ben, der styre thyristeren.

Til beregningerne er der ikke taget højde for, spændings variation 12V til 13,7V.

Samt er læk strømmene i logik kredse medtaget.

Kollektor emitter spændingerne på transistorerne, er heller ikke medtaget.

Da de beregnes som ideale.

Det er stadig ukendt hvor meget strøm der går i ensretter dioden / friløbsdioden / thyristeren. D1 / D2 / X1. Dette vil blive målt i afsnittet Test målinger.

Hvis CDI power delen skal laves bedre, skal der kigges på tændspolens primær tabsmodstand, jo mindre modstand, jo mer kraftig spændings stigning, og dermed mere kraft fuld gnist. Den brugte tændspole, hvilket stammer fra en Yamaha Jog, har en modstand i primær spole på 0,5? , som er målt med 4 tråds måling. Men denne data kan ikke bruges til noget, da der ikke er noget at sammenligne det med, da det ikke er muligt som privat mand at få udleveret oplysninger om dette.

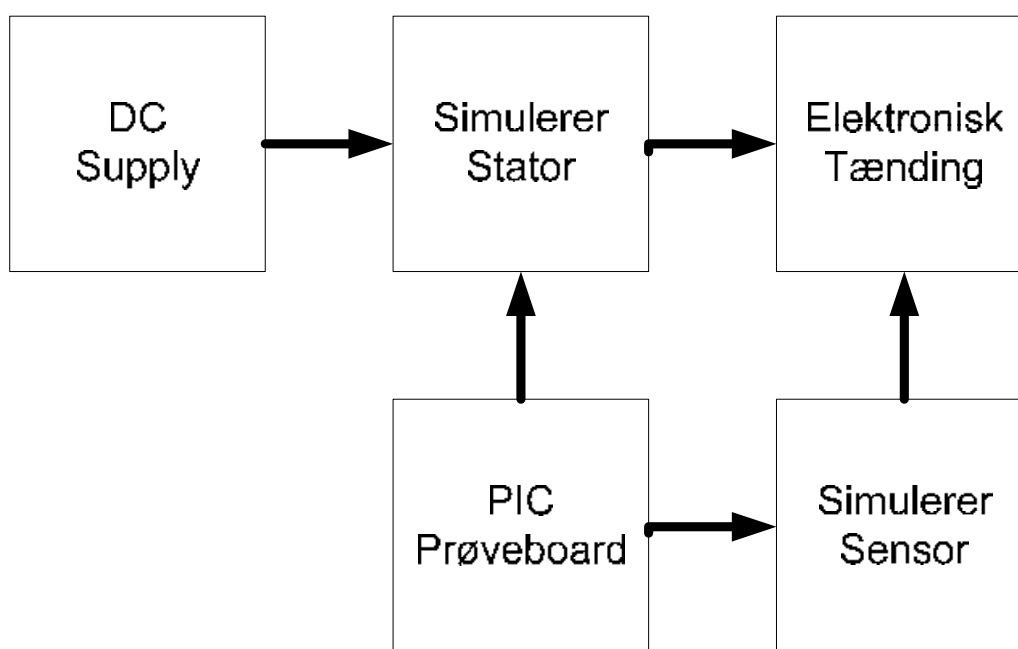
Derudover kan der kigges på thyristestens følgende data.

DYNAMIC CHARACTERISTICS

Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Gate Open, Rated V_{DRM} , Exponential Waveform)	dv/dt	–	50	–	V/ μ s
---	-------	---	----	---	------------

Test målinger

Der er foretaget strøm og spændings målinger på diverse komponenter, disse målinger er målt med et tændrør liggende i fri luft. Dette vil ikke vise, de helt korrekte strøm og spændinger. Det har ikke været muligt, og måle på doner scooteren, da den motor mæssigt er slidt og ikke kører optimalt, har det ikke været muligt for oscilloskopet, at trigge på pulsene. Firmaer der arbejder og udvikler elektroniske tændinger, har selv sagt heller ikke en scooter stående som de laver test på, de har til gengæld et såkaldt Pressure Chamber, de udfører test på. Følgende prøve opstilling så således ud.



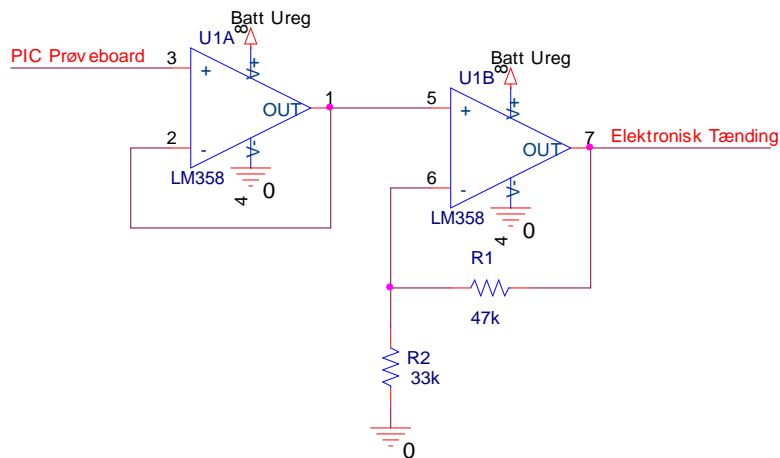
Figur 57 Prøve opstilling

DC supplyen er en 30v dc strømforsyning, denne spænding er en faktor 10 mindre end scooterens stator.

PIC prøve board er et kredsløb der blev lavet under speciale faget PIC, det er et board som kan brænde en PIC 16F84 kreds, samt er det et test board så PICén kan køre i printet. Hvilket det gør her, PICén laver styre pulsen til kredsløbet der simulerer scooterens stator, og laver pulsen der simulerer sensorerne. Til dette er lavet et program. Hvor at Statoren har en puls i 2mS med en duty cycle på 26mS. Pulsen til sensoren kommer 2mS efter hvilket også har en duty cycle på 26mS.

Da sensorerne bruger 12V og PIC processoren 5V, er det nødvendigt at forstærke signalet, med en faktor

$$AU = \frac{12V}{5V} = 2,4gg$$



Figur 58 TTL til CMOS

Der vælges at bruge en op-amp til dette kredsløb, idet at op-amp skal køre rail to rail, vælges det at bruge LM358, da der er 2 kredse i en case, vælges det at bruge den overskuende som buffer, i stedet for at binde op til halv forsyning. Da signalet ikke skal fase vendes, bruges en non inverterende kobling.

De 2 modstande findes på følgende måde.

Forstærkningsformlen for en non inverterende kobling er

$$AU = \frac{R1}{R2} + 1$$

Der vides at forstærkningen skal være 2,4gg, så man har følgende

$$AU - 1 = \frac{R1}{R2}$$

$$2,4gg - 1 = \frac{R1}{R2} = 1,4gg$$

Derefter findes den nærmeste værdi i tabellen Opslags liste til modstande.

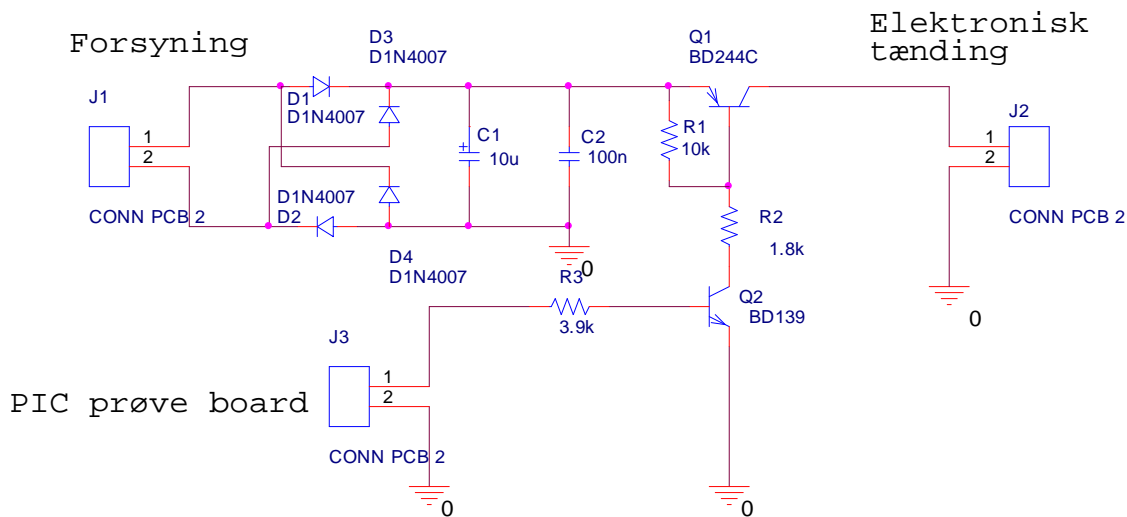
Se bilag.

R1 vælges til 47k? , og R2 vælges til 33k?

Som giver forstærkningen.

$$AU = \frac{R1}{R2} + 1 = \frac{47k\Omega}{33k\Omega} + 1 = 2,424gg$$

Til at simulere Statoren, skal pulserende fra PIC prøve boardet. Komponenter er valgt ud fra hvad der var lager vare, da de ikke har den store betydning. Det der blev kigget efter var at de kunne tåle en stor spænding.



Beregninger på Stator simulerings kredsløbet.

hFE i transistorerne er begge på 30.

Der skønnes på at forbruges på den elektroniske tænding er 1A.

Forsyningen sættes i 60V.

Det er valgt at bruge en brokobling, da den eneste høj volts kondensator kun var på 10 μ F.

Så kollektor strømmen i Q1 er 1A, der efter kan basis strømmen findes.

$$I_B = \frac{I_C}{hFE} = \frac{1A}{30} = 33,33mA$$

Så kan R2 findes

$$R2 = \frac{U_{for.} - Q1U_{BE}}{Q1I_B} = \frac{60V - 0,7V}{33,33mA} = 1,78k\Omega$$

R2 vælges til 1,8k?

Nu kendes kollektor strømmen i Q2 som er lige med Q1 I_B

Så kan basis strømmen findes i Q2.

$$I_B = \frac{I_C}{hFE} = \frac{33,33mA}{30} = 1,11mA$$

Så kan R3 findes

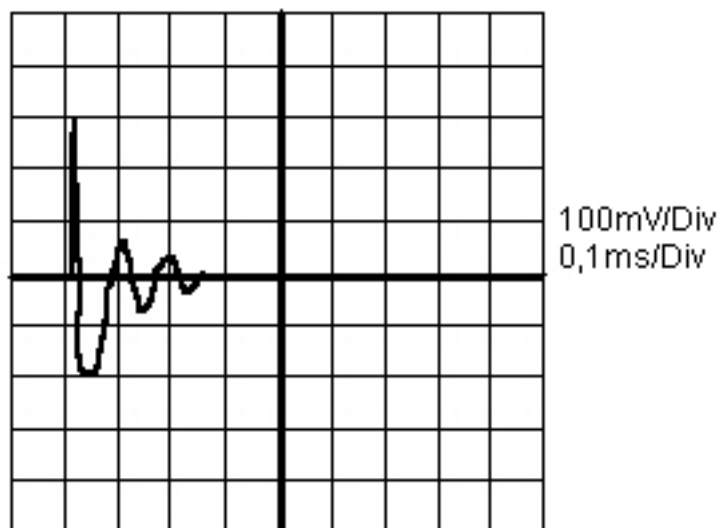
$$R3 = \frac{U_{pic} - Q2U_{BE}}{1,11mA} = 3,87k\Omega$$

R3 vælges til 3,9k?

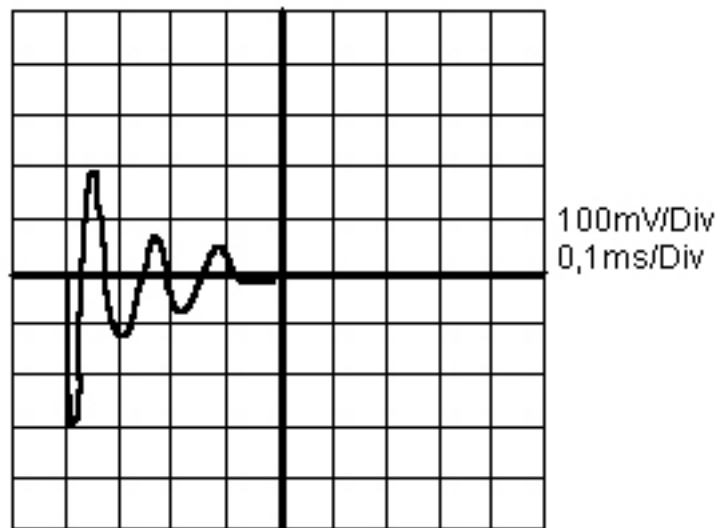
Følgende strøm målinger er foretaget med en shunt modstand på 0,22 Ω og en forsyning på 30 V.

Da CDI power kredsløbet er afhængig af hvor lang tid pulsen på thyristers gate er der, er nogle af målingerne målt med en kort puls på 50 μ S og en lang puls på 2mS.

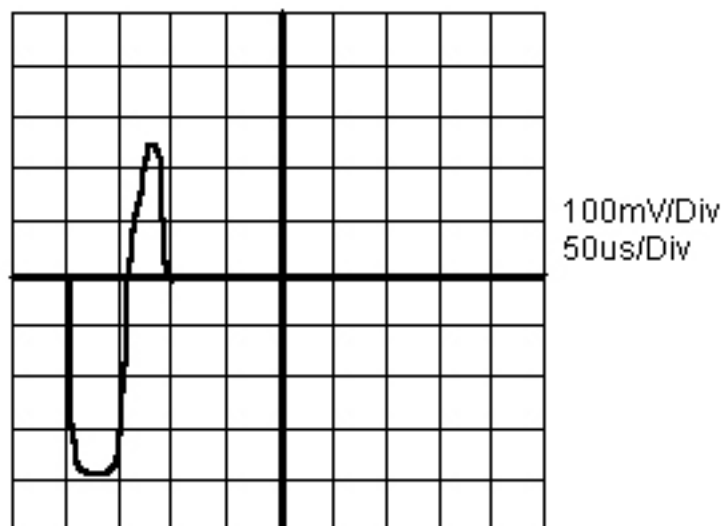
Da målingerne er målt med en 30V forsyning, skal der ganges med en faktor 10 for at få en korrekt måling, da scooterens egen forsyning er 300V



Figur 59 Strøm i primær spole ved opladning

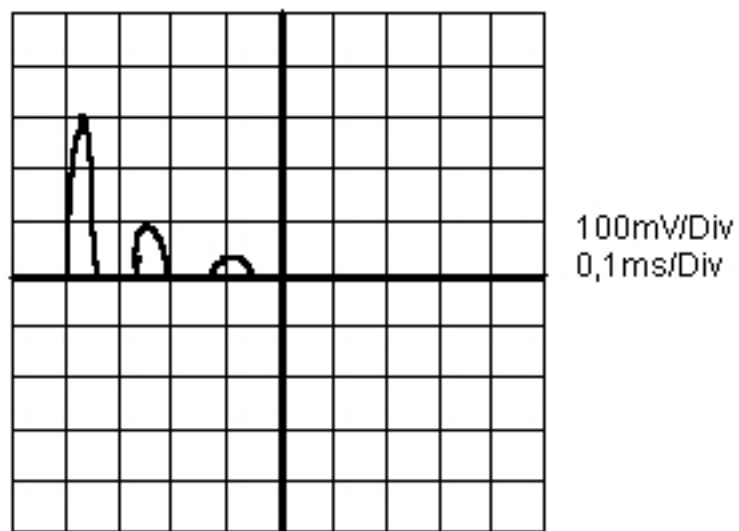


Figur 60 Strøm i primær spole ved gnist – lang puls

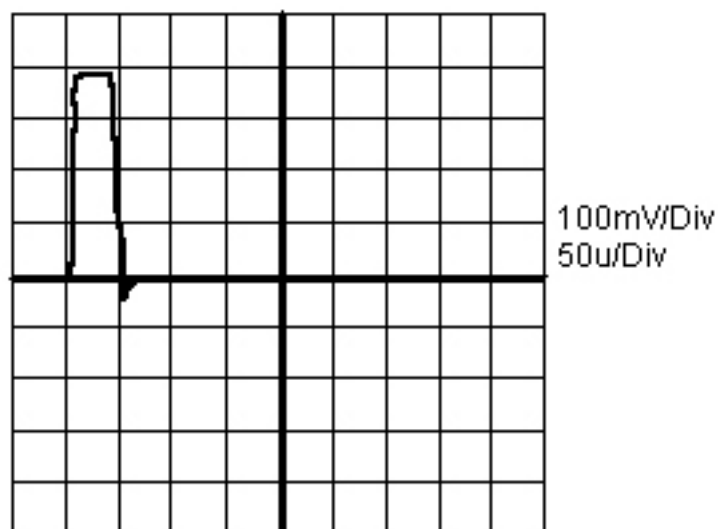


Figur 61 Strøm i primær spole ved gnist - kort puls

Det kan i Figur 60 Strøm i primær spole ved gnist – lang puls, og i Figur 61 Strøm i primær spole ved gnist - kort puls ses at, ved en lang tændtid af thyristeren af sættes mere effekt i spolen.



Figur 62 Strøm i thyrister - lang puls

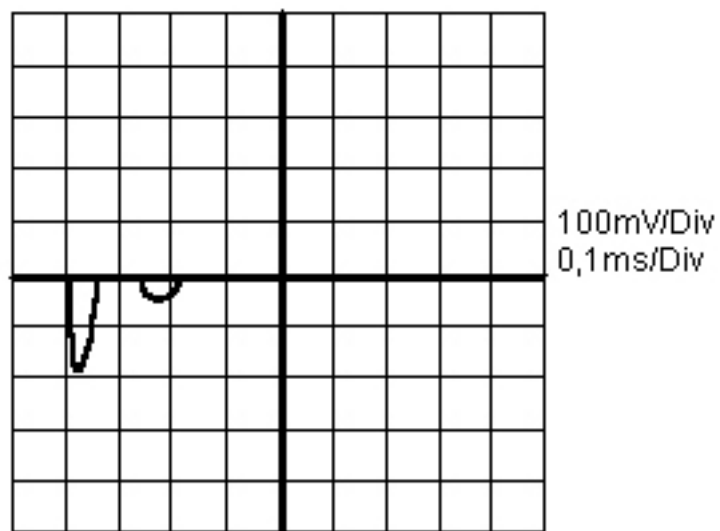


Figur 63 Strøm i thyrister - kort puls

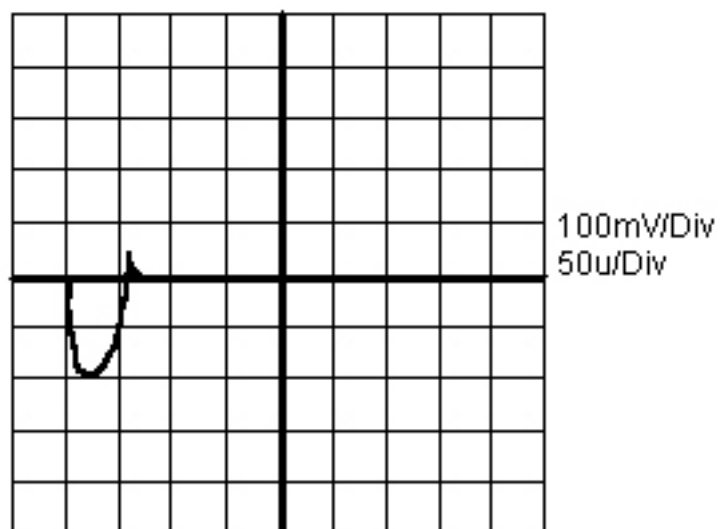
Det ses her i Figur 62 Strøm i thyrister - lang puls, og i Figur 63 Strøm i thyrister - kort puls, at thyristeren kun leder en gang.
Strøm peak i thyristeren.

$$I = \frac{U}{R_{shunt}} * Faktor10 = \frac{300mV}{0,22\Omega} * 10 = 13,6A$$

Hvilket er inde for det den kan klare.



Figur 64 Strøm i friløbs diode - lang puls

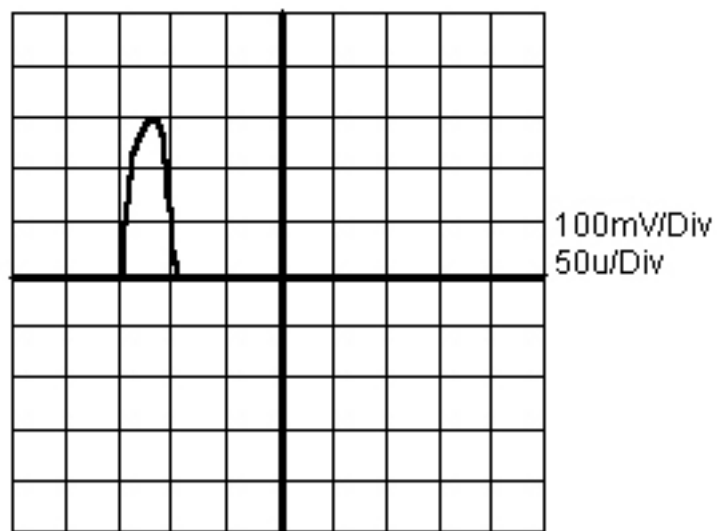


Figur 65 Strøm i friløbs diode - kort puls

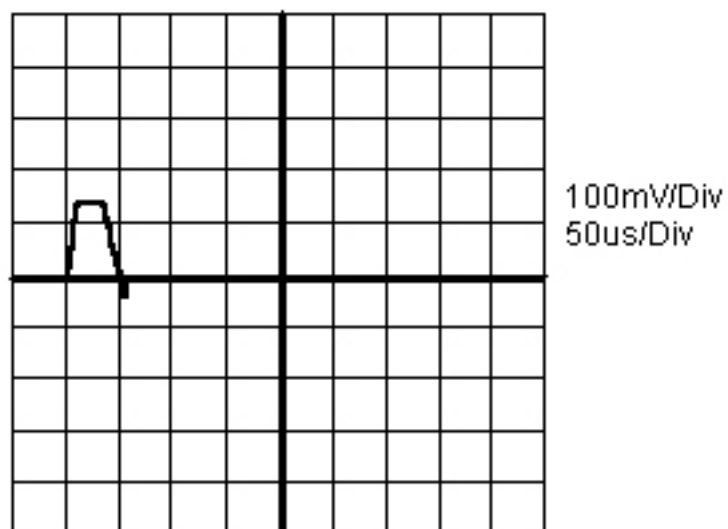
Strøm peak i Friløbs diode.

$$I = \frac{U}{R_{shunt}} * Faktor10 = \frac{200mV}{0,22\Omega} * 10 = 9A$$

Hvilket er inde for det tilladte.

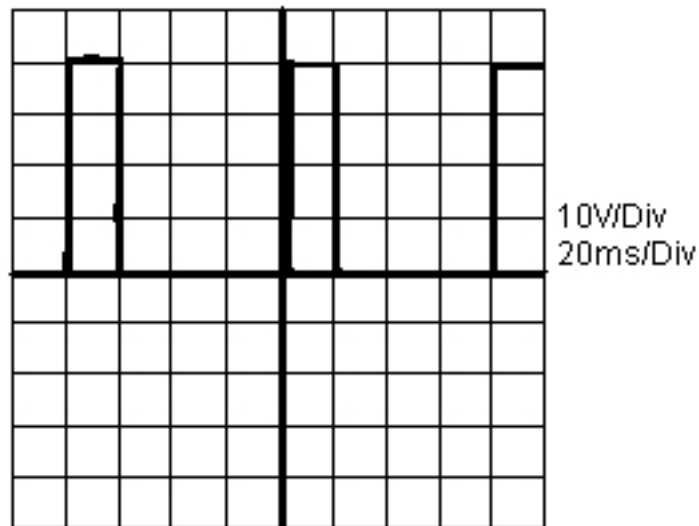


Figur 66 Indgangsstrøm til CDI power - lang puls

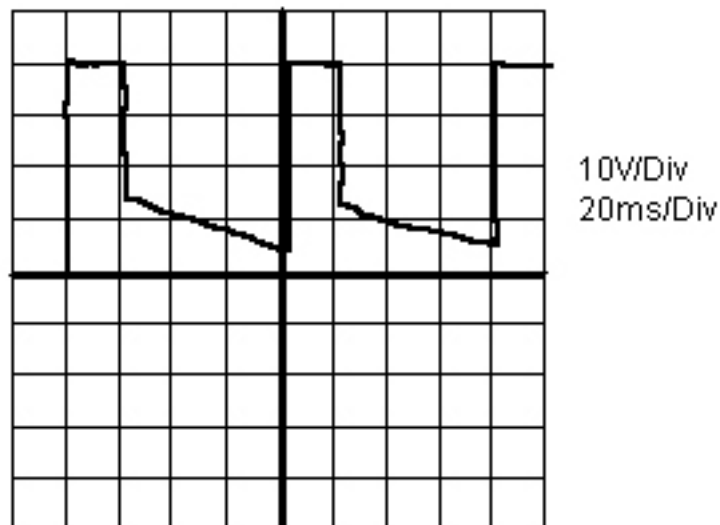


Figur 67 Indgangsstrøm til CDI power - kort puls

Her i Figur 66 Indgangsstrøm til CDI power - lang puls, og i Figur 67 Indgangsstrøm til CDI power - kort puls, at energi forbruget er betydeligt større ved en lang puls.

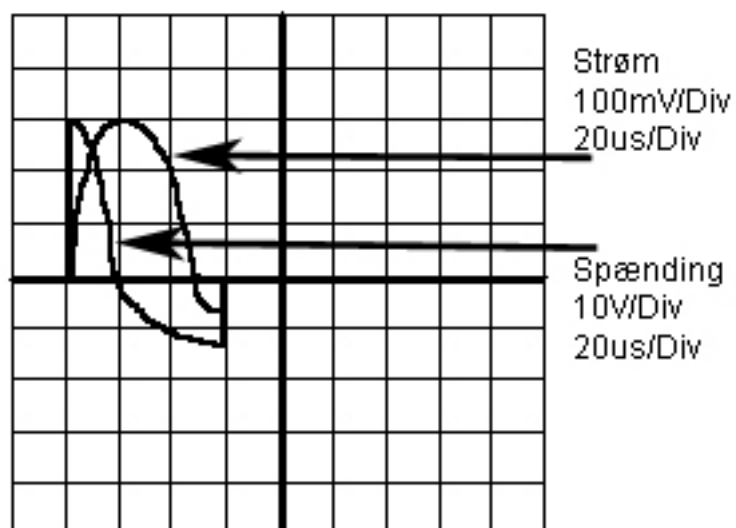


Figur 68 Spænding på indgang - lang puls



Figur 69 Spænding på indgang - kort puls

Det kan ses i Figur 69 Spænding på indgang - kort puls kan CDI power kredsløbet bruger så lidt energi at kondensatoren prøve kredsløbet Stator ikke bliver afladt.

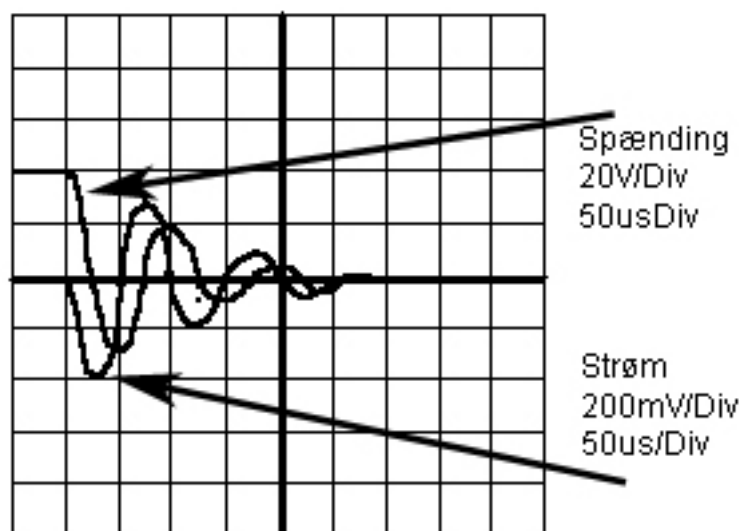


Figur 70 Strøm/Spænding i primær spole ved opladning



Figur 71 Strøm/Spænding i primær spole ved gnist

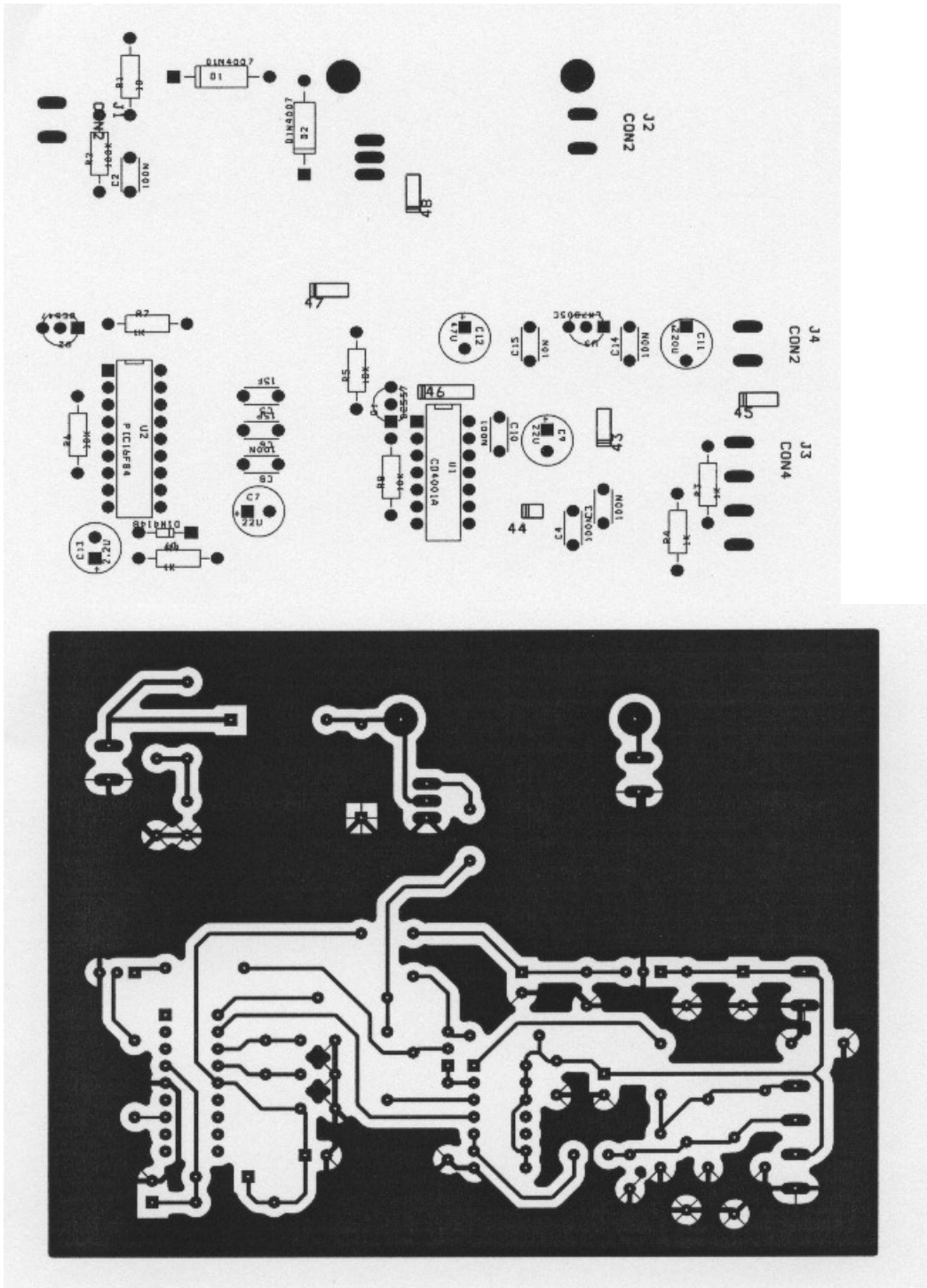
Fase forskydning i spolen. Spænding før Strøm



Figur 72 Strøm/Spænding i kondensator

Fase forskydning i kondensatoren. Strøm før Spænding.

Layout

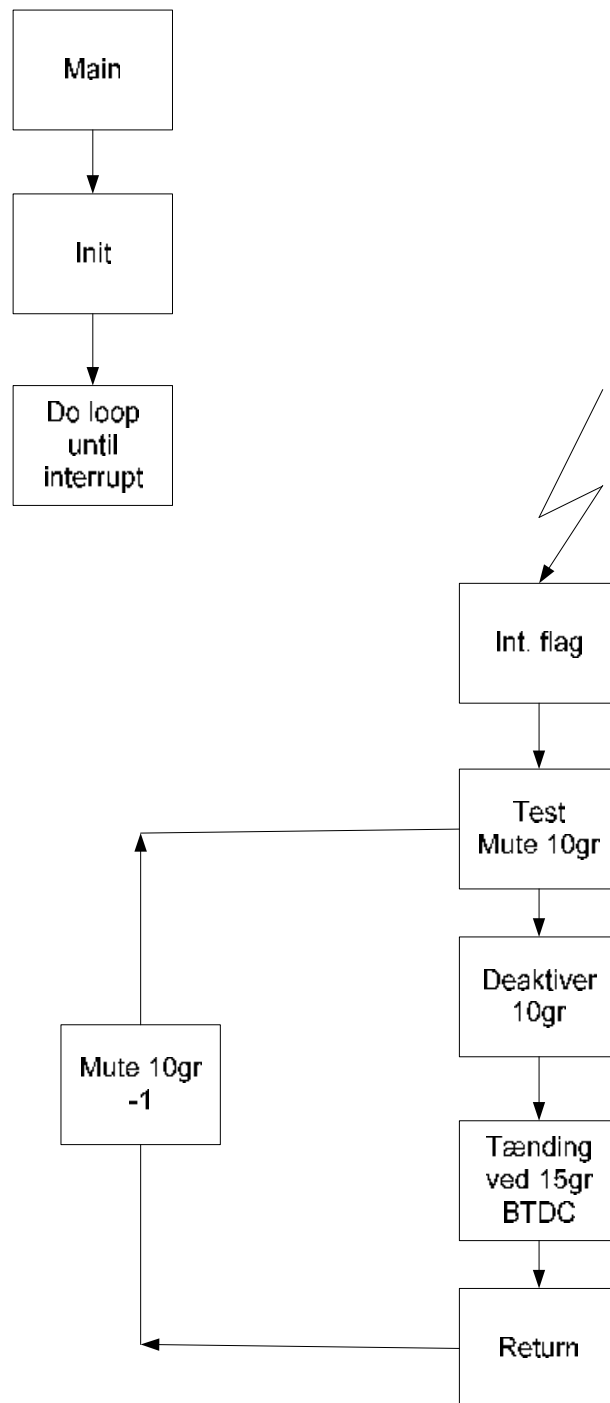


Det er forsøgt at bygge CDI power så kompakt som muligt i det at print banerne virker som antenner. Tykkelsen af bannerne ved CDI power er valgt til 40 mils, pga. de store strøm træk der er.

Software.

Ignition uden avancering.

Flowchart.



Pseudokode

```
Main      Init
           Do loop until interrupt      ;venter på interrupt

.....

Interrupt
           If (mute 10gr = 0)           ;hvis 10gr sensor stadig deaktivret
           Wait! 820µS
           Porta,1 = 1                 ;tænder gnist ved 15° BTDC
           Wait! 370µS                 ;sikre kontakten er høj tid nok
           Porta,1 = 0
           Retfie                       ;retunerer fra interrupt
```

Source kode

```

;*****
;
; Description:
Ignition program med fast avancering
;
;
; Tændning uden avancering
*
; Til test af hardware
;
; Tændtidspunkt 15gr BTDC = 833 instruktioner efter interrupt
;
;
;
;*****
;
; Filename: Ign.ASM
; Date: 10.06.03
; File Version: 1.0
;
;
; Programmer: Lars M. Pedersen
; Company: For OTS, Allegade ITET
; E-Mail: info@sa-net.dk
;
;*****
;
; Files required:
;
; Compiler: Microchip MBLAB version 5.70
;
;*****
;
; Notes:
;
; MODIFICATION LOG :
; Date Who Vers Comments
; -----
;
;
;
;*****

LIST p=16F84 ; PIC16F844 is the target processor
#include P16F84.INC; Include header file

__CONFIG _XT_OSC & _PWRTE_ON & _WDT_OFF & _CP_OFF ; Configuration
for PIC-programmer
__IDLOCS 0x3ABE
ID-code
;

```

```

;***** Initialisering*****

        ORG      0x000          ; Processor Reset vector
        goto     init          ; Go to beginning of program

        ORG      0x04          ; interrupt vector location
        goto     ISR           ; Interrupt Service Routine

;***** Erklæring af variabler *****

        cblock h'10'          ;Start på erklæring af variable efter porte mm.

        count
        count2                ; Indsæt variabler her
        ign
        mute_10gr
        endc                  ; Stop for erklæring af variable

;***** Initialisering af hardware *****

init

        bsf       STATUS,RP0 ; Select registerbank 0
        movlw     b'00000001'; Value uses to initialize data direction
        movwf     TRISB      ; Set RB0 as input - '0' is output
        movlw     b'00000000'; Value uses to initialize data direction
        movwf     TRISA      ; Set RA0..RA4 as output - '1' is input
        movlw     b'11001111'
        movwf     OPTION_REG ; Enabler RB0 interrupt, med rising trigger
        movlw     B'10010000' ;
        movwf     INTCON
        bcf       STATUS,RP0 ; Select registerbank 1

;***** Source kode *****

        clrf      PORTA
        clrf      PORTB
        movlw     b'00010100'
        movwf     mute_10gr

main

        goto     main          ;loop, venter på interrupt

;***** Subroutine *****
delay833                                ;820 instruktioner

        movlw     d'00'
        movwf     count

```



```

        movlw    d'13'
        movwf    count2
delay833_1    incfsz    count                ;767 instruktioner
              goto     delay833_1
delay833_2    decfsz    count2
              goto     delay833_2
              return
;-----

ignite                ;tænder i 388 us
        bsf      PORTA,1
        movlw    b'10000000'                ;128
        movwf    ign
ignite_2            decfsz    ign                ;385 instruktioner
              goto     ignite_2
        bcf      PORTA,1
        return

;***** interrupt *****

ISR

        bcf      INTCON,GIE ;deaktiveret interrupt

        movfw    mute_10gr
        btfsc    STATUS,Z    ;har der været 20 pulser
        goto     jump        ;de første 20 pulser gør ingenting
        decf     mute_10gr
        goto     isr_end
jump        bsf      PORTB,1    ;deaktiverer 10 gr puls efter 20 pulser

        call     delay833    ;kalder delay, så 15gr gnist
        call     ignite      ;tænder for gnist
isr_end

        bcf      INTCON,INTF;fjerner interrupt flag
        bsf      INTCON,GIE ;aktiverer interrupt

        RETFIE                ;retunerer fra interrupt

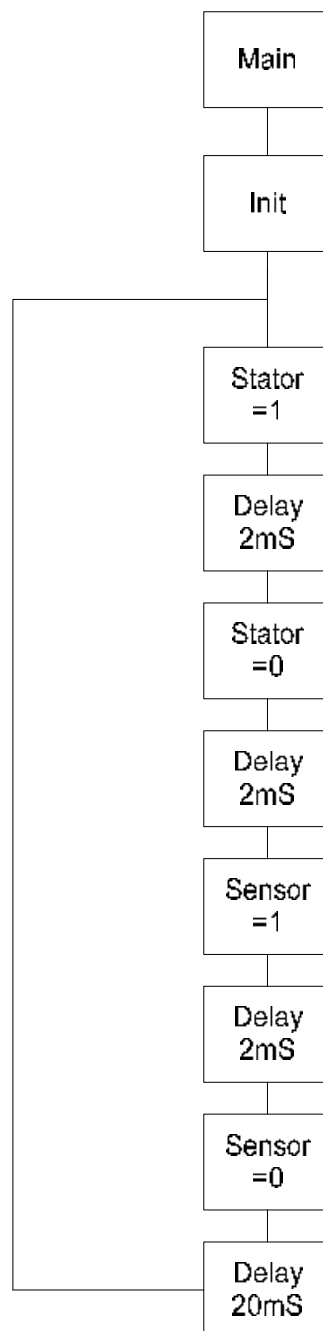
;*****

        END;

```

Test Board

Flowchart



Pseudokode.

```
init
portB,1 = 1

main    portB,0 = 1           ;stator aktiv 2ms duty cycle 26ms
        wait! 2ms
        portB,0 = 0         ;sensor aktiv 2ms duty cycle 26 ms
        wait! 2ms
        portB,1 = 0
        wait! 20ms

end
```

Source kode

```

;*****
;   Description:
;
;
;   Test Board til at simulere en scooters stator og pulsgiver
;
;
;   PORTB,1 er stator          Denne er høj ved puls ____|____|____
;
;
;   *
;
;   PORTB,2 er pulsgiver      Denne er lav ved puls ____|____|____
;
;
;*****
;
;   Filename:          TestBo.ASM
;   Date:              10.06.03
;   File Version:      1.0
;
;   Programmer:        Lars M. Pedersen
;   Company:           For OTS, Allegade ITET
;   E-Mail:            info@sa-net.dk
;
;*****
;
;   Files required:
;
;   Compiler:          Microchip MBLAB version 5.70
;
;*****
;
;   Notes:
;
;   MODIFICATION LOG :
;   Date  Who  Vers  Comments
;   -----
;
;
;
;*****

LIST    p=16F84 ; PIC16F844 is the target processor
#include P16F84.INC; Include header file

__CONFIG _XT_OSC & _PWRTE_ON & _WDT_OFF & _CP_OFF ; Configuration
for PIC-programmer
__IDLOCS 0x3ABE
ID-code

;***** Initialisering*****

```

```

ORG      0x000                ; Processor Reset vector

        goto      Main        ; Go to beginning of program

;***** Erklæring af variabler *****

        cblock h'10'          ; Start på erklæring af variable efter porte
mm.

        count
        count1
        count2
        count3
        count4

        endc                  ; Stop for erklæring af variable

;***** Initialisering af hardware *****

Main
        bsf        STATUS,RP0
        movlw      b'00000000' ; Value uses to initialize data direction
        movwf      TRISB       ; Set RB0..RB4 as output - '0' is output
        movlw      b'00000000' ; Value uses to initialize data direction
        movwf      TRISA       ; Set RA0..RA4 as input - '1' is input
        bcf        STATUS,RP0  ; Select registerbank 1

;***** Source kode *****

        clrf       PORTB       ; nulstiller portb
        clrf       PORTA       ; nulstiller porta
        bsf        PORTB,1     ; sætter portb,1 høj
                                ; sensor spænding høj

testbo

        bsf        PORTB,0     ; stator aktivret
        call       delay2ms    ; delay på 2,3ms
        bcf        PORTB,0     ; stator deaktiveret
        call       delay2ms    ;

        bcf        PORTB,1     ; pulsgiver aktiveret
        call       delaykort   ;
        bsf        PORTB,1     ; pulsgiver deaktiveret
        call       delay20ms   ; delay på 20ms
        goto      testbo

;***** Subroutine *****

delay2ms

```

```

        movlw      d'3'                ; 2 instruktioner
        movwf      count1              ;
delay2
        incfsz     count                ; Fra 0 til 255 er incf og goto 3 instruktioner
        goto       delay2              ; for hvert gennem løb 255 * 3 = 765
        ; Fra 255 til 0 er incfsz 2 instruk 765 + 2 = 767

        decfsz     count1              ; Fra 3 til 1 er decf og goto 3 instruk
        gotodelay2                    ; plus de øverste = 3 + 767 = 770 ;instruk.
        ; Dette køres 2 gange
        ; 770 * 2 = 1540 instruk + 2 decfsz = 1542 instruktioner

        ; Instruktioner 767 + 1542 +2 = 2311 stk

        return                          ; + 4 for call/return ialt = 2315 stk

;-----
----

delay20ms
        movlw      d'26'
        movwf      count1
delay20
        incfsz     count
        goto       delay20
        decfsz     count2
        goto       delay20
        return     ; instruktioner ialt 19252 stk

;-----
----

delaykort
        movlw      d'15'
        movwf      count3
delaykort_1
        decfsz     count3
        goto       delaykort_1
        return

;*****
****

        END;

```

Konklusion:

Det har vist sig at hardwaren virkede, som det var for ventet. Som det også kan ses ud af målingerne, der har dog været mange problemer med EMI under test målingerne. Hvilket har resulteret i en del afbrændte transistorer, til at afhjælpe dette er der monteret ferrit ringe på signal ledningerne fra PIC prøve boardet, samt monteret 10? i serie med.

Der er ikke opserveret nogle fejl ved montering på scooteren, men den har også kun været startet, da produktet desværre ikke er færdig, så en endelig 100 % test er ikke lavet.

Det som ikke blev lavet som forventet, er programmet med avancering, hvilket var hoved målet med projektet. Og sensoren der skal føle på motoren er heller ikke lavet. Der er gået for lang tid med undersøgelser.

Til tidsplanen kan siges at den ikke overhold, den planlagte ferie blev ikke holdt på grund af travlhed. Samt nogle andre småting!

Ændringer til projektet. Der skal laves et program, med avancering.

Der skal monteres en stelplade på layoutet, for at reducerer støj. Komponenterne skal være SMD, så det kan være mere kompakt, og dermed mindre støj. Og der skal være mulighed for at omprogrammere PICén siddende i printet, så det er muligt at justerer avanceringen.

Litteratur liste:

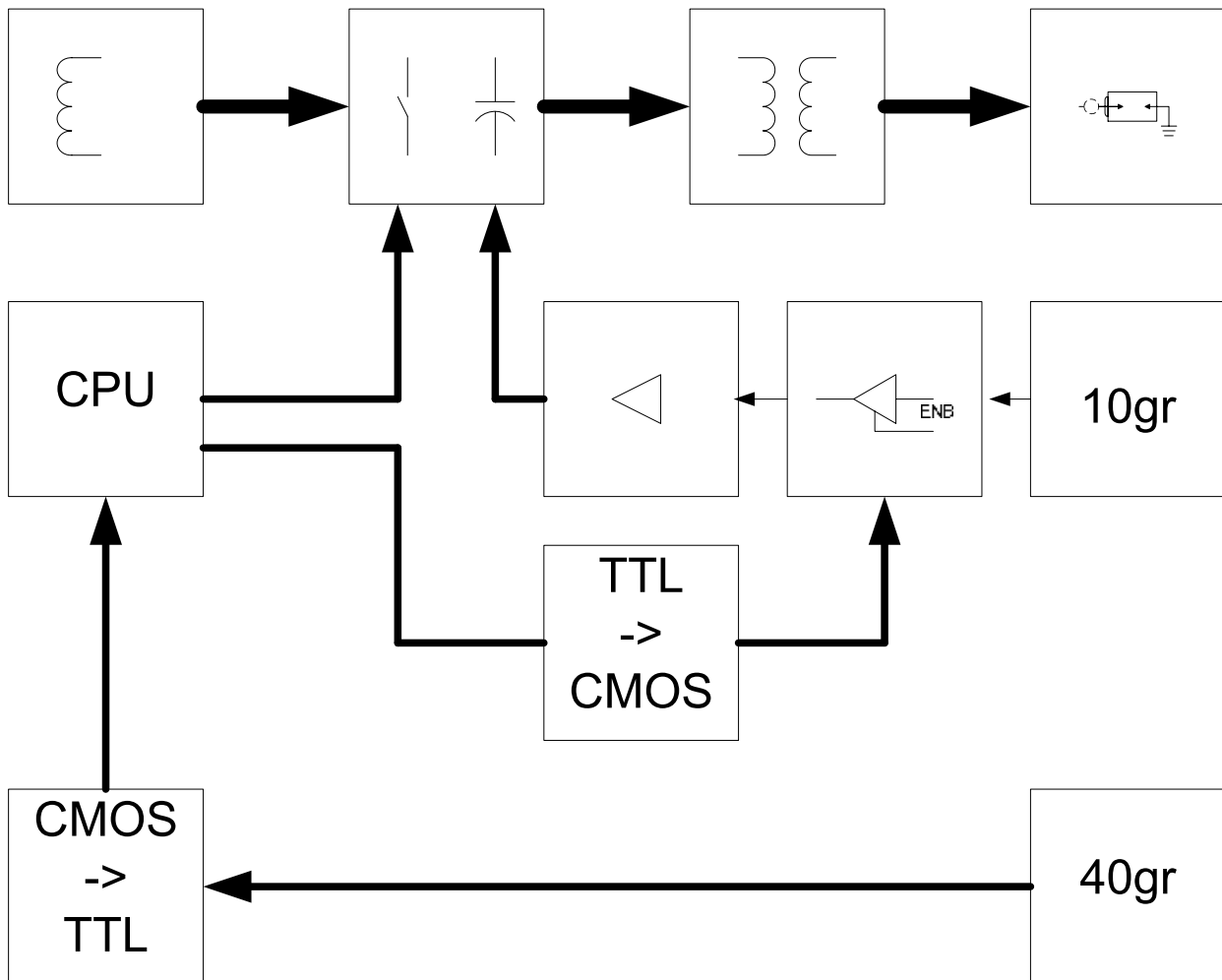
Analog teknik 1 & 2	ISBN 8760001259 / 8760099984
Microcontrollere	ISBN 8757113793
Microelectronics	ISBN 0070423318
Electronic Device	ISBN 0133361810
PIC Beginners guide	
Teknisk Matematik	ISBN 8778812291
Motorcycle Electrical Manual	ISBN 1859604714
Grunlægende EMC	T-306
Turbo c++	ISBN 8777830083
www.e-books.dk	
www.st.com	
www.intel.com	

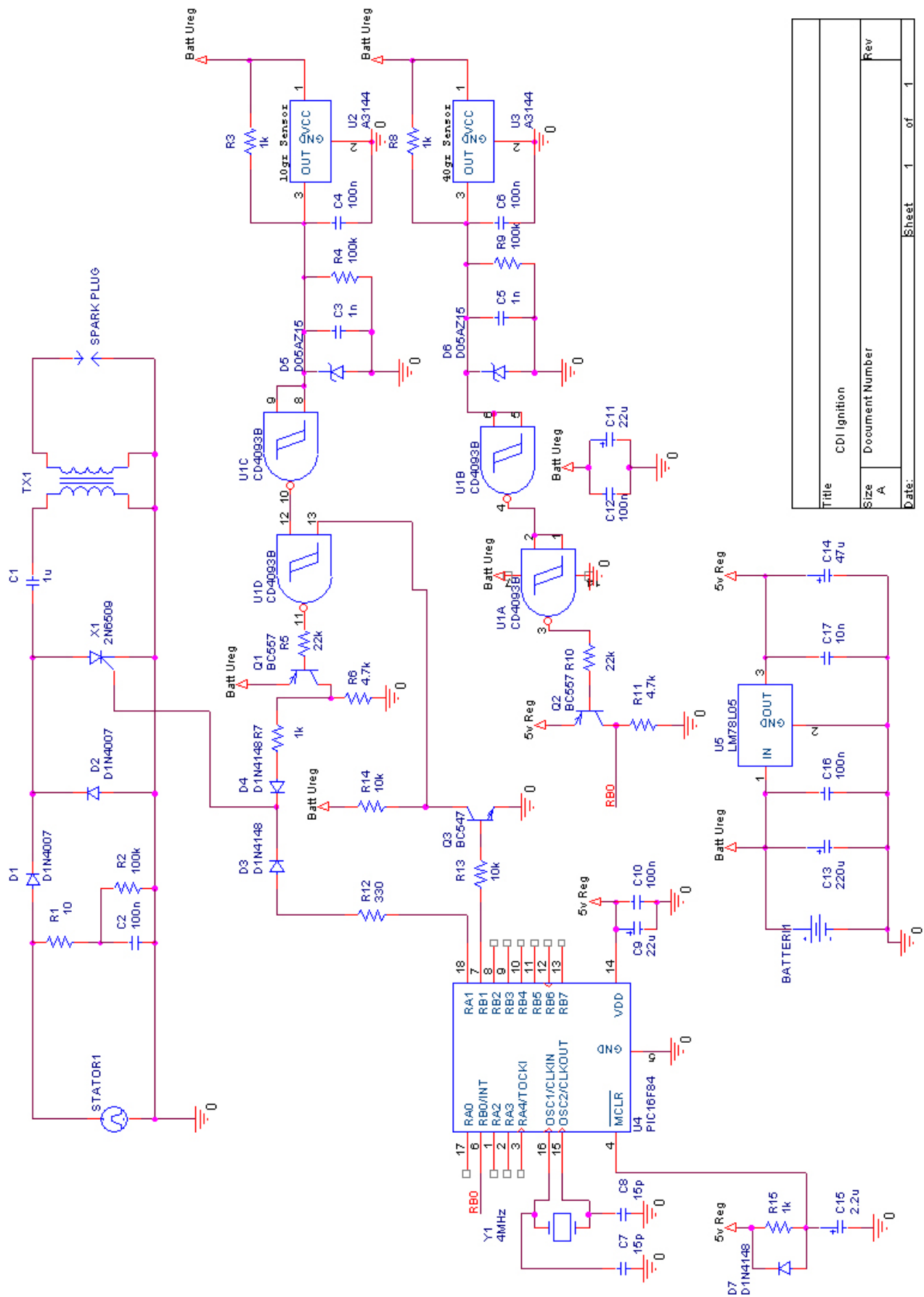
Bilag:

Medfølgende CD har følgende indhold:

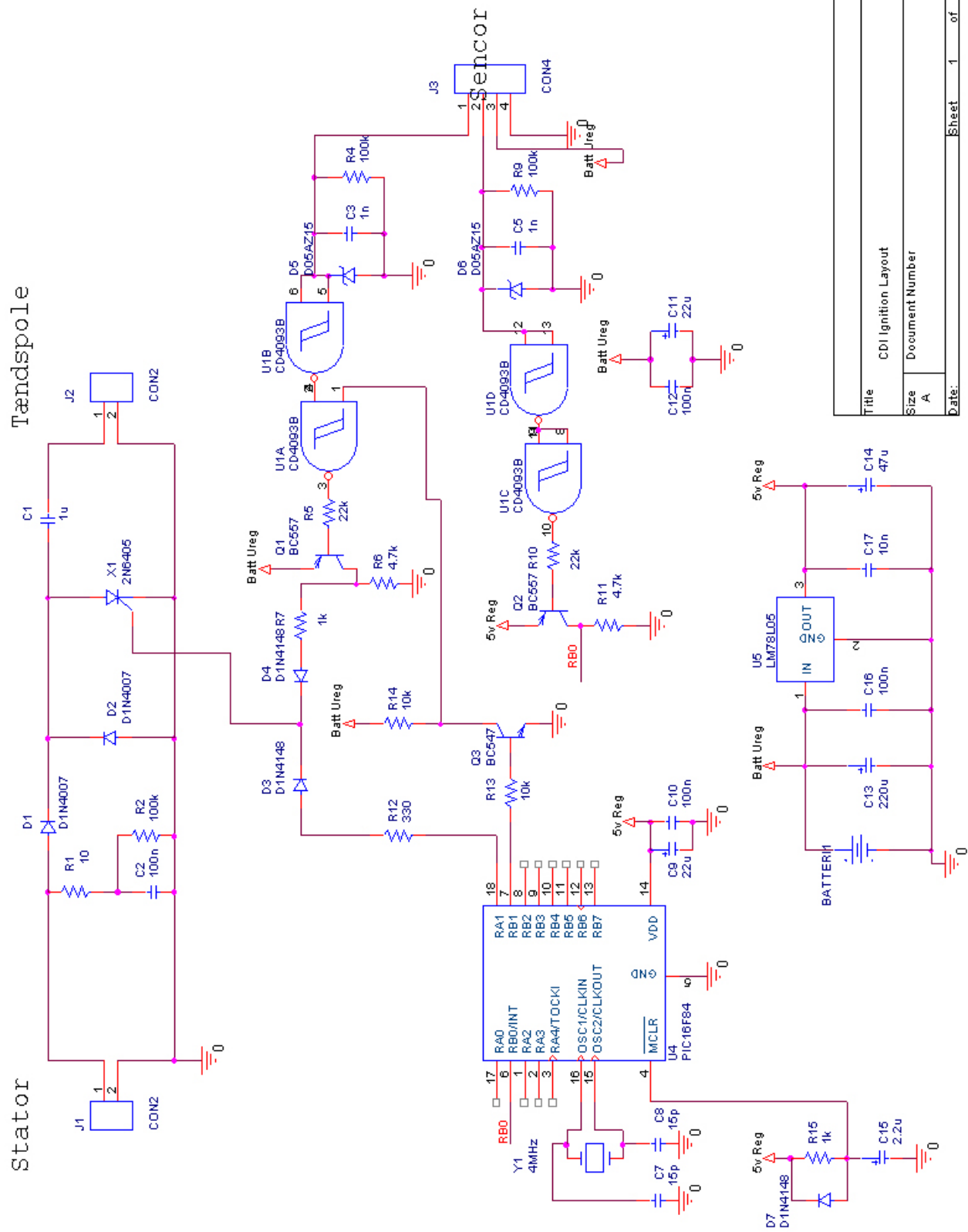
1. Applikations notes
2. Billeder
3. Datablade
4. Dokumenter
5. Excel Ark
6. Pspice simuleringer
7. Orcad kredsløb
8. Orcad layout
9. PIC program

Blokdiagram & Diagram

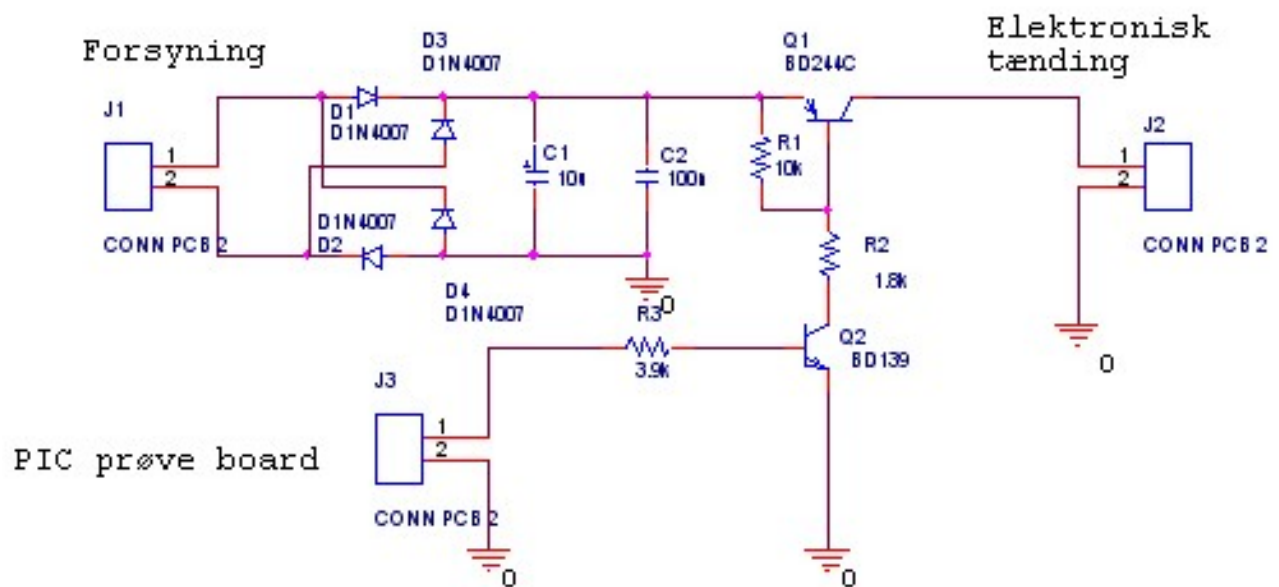




Title		CDI Ignition	
Size	A	Document Number	Rev
Date:		Sheet	1 of 1



Stator kredsløb



Komponent liste

Part Reference	Value	Type
C1	1u	Kondensator
C2	100n	Kondensator
C3	1n	Kondensator
C5	1n	Kondensator
C7	15p	Kondensator
C8	15p	Kondensator
C9	22u	Elektrolyt
C10	100n	Kondensator
C11	22u	Elektrolyt
C12	100n	Kondensator
C13	220u	Elektrolyt
C14	47u	Elektrolyt
C15	2.2u	Elektrolyt
C16	100n	Kondensator
C17	10n	Kondensator
D1	D1N4007	Diode
D2	D1N4007	Diode
D3	D1N4148	Diode
D4	D1N4148	Diode
D5	D05AZ15	Zener Diode
D6	D05AZ15	Zener Diode
D7	D1N4148	Diode
J1	CON2	Skrue terminaler
J2	CON2	Skrue terminaler
J3	CON4	Skrue terminaler
Q1	BC557	Transistor
Q2	BC557	Transistor
Q3	BC547	Transistor
R1	10	Modstand
R2	100k	Modstand
R4	100k	Modstand
R5	22k	Modstand
R6	4.7k	Modstand
R7	1k	Modstand
R9	100k	Modstand
R10	22k	Modstand
R11	4.7k	Modstand
R12	330	Modstand
R13	10k	Modstand
R14	10k	Modstand
R15	1k	Modstand
U1	CD4093	NAND Gate
U4	PIC16F84	Processor
U5	LM78L05	Regulator
X1	2N6405	Thyrister
Y1	4MHz	X-Tal

Opslags liste til modstande.

A	B	A/B	A+B	A//B		A	B	A/B	A+B	A//B
10	10	1	20	5		10	33	0,30303	43	7,67442
12	10	1,2	22	5,45455		12	33	0,36364	45	8,8
15	10	1,5	25	6		15	33	0,45455	48	10,3125
18	10	1,8	28	6,42857		18	33	0,54545	51	11,6471
22	10	2,2	32	6,875		22	33	0,66667	55	13,2
27	10	2,7	37	7,2973		27	33	0,81818	60	14,85
33	10	3,3	43	7,67442		33	33	1	66	16,5
39	10	3,9	49	7,95918		39	33	1,18182	72	17,875
47	10	4,7	57	8,24561		47	33	1,42424	80	19,3875
56	10	5,6	66	8,48485		56	33	1,69697	89	20,764
68	10	6,8	78	8,71795		68	33	2,06061	101	22,2178
82	10	8,2	92	8,91304		82	33	2,48485	115	23,5304
10	12	0,83333	22	5,45455		10	39	0,25641	49	7,95918
12	12	1	24	6		12	39	0,30769	51	9,17647
15	12	1,25	27	6,66667		15	39	0,38462	54	10,8333
18	12	1,5	30	7,2		18	39	0,46154	57	12,3158
22	12	1,83333	34	7,76471		22	39	0,5641	61	14,0656
27	12	2,25	39	8,30769		27	39	0,69231	66	15,9545
33	12	2,75	45	8,8		33	39	0,84615	72	17,875
39	12	3,25	51	9,17647		39	39	1	78	19,5
47	12	3,91667	59	9,55932		47	39	1,20513	86	21,314
56	12	4,66667	68	9,88235		56	39	1,4359	95	22,9895
68	12	5,66667	80	10,2		68	39	1,74359	107	24,785
82	12	6,83333	94	10,4681		82	39	2,10256	121	26,4298
10	15	0,66667	25	6		10	47	0,21277	57	8,24561
12	15	0,8	27	6,66667		12	47	0,25532	59	9,55932
15	15	1	30	7,5		15	47	0,31915	62	11,371
18	15	1,2	33	8,18182		18	47	0,38298	65	13,0154
22	15	1,46667	37	8,91892		22	47	0,46809	69	14,9855
27	15	1,8	42	9,64286		27	47	0,57447	74	17,1486
33	15	2,2	48	10,3125		33	47	0,70213	80	19,3875
39	15	2,6	54	10,8333		39	47	0,82979	86	21,314
47	15	3,13333	62	11,371		47	47	1	94	23,5
56	15	3,73333	71	11,831		56	47	1,19149	103	25,5534
68	15	4,53333	83	12,2892		68	47	1,44681	115	27,7913
82	15	5,46667	97	12,6804		82	47	1,74468	129	29,876
10	18	0,55556	28	6,42857		10	56	0,17857	66	8,48485

12	18	0,66667	30	7,2		12	56	0,21429	68	9,88235
15	18	0,83333	33	8,18182		15	56	0,26786	71	11,831
18	18	1	36	9		18	56	0,32143	74	13,6216
22	18	1,22222	40	9,9		22	56	0,39286	78	15,7949
27	18	1,5	45	10,8		27	56	0,48214	83	18,2169
33	18	1,83333	51	11,6471		33	56	0,58929	89	20,764
39	18	2,16667	57	12,3158		39	56	0,69643	95	22,9895
47	18	2,61111	65	13,0154		47	56	0,83929	103	25,5534
56	18	3,11111	74	13,6216		56	56	1	112	28
68	18	3,77778	86	14,2326		68	56	1,21429	124	30,7097
82	18	4,55556	100	14,76		82	56	1,46429	138	33,2754
A	B	A/B	A+B	A/B		A	B	A/B	A+B	A/B
10	22	0,45455	32	6,875		10	68	0,14706	78	8,71795
12	22	0,54545	34	7,76471		12	68	0,17647	80	10,2
15	22	0,68182	37	8,91892		15	68	0,22059	83	12,2892
18	22	0,81818	40	9,9		18	68	0,26471	86	14,2326
22	22	1	44	11		22	68	0,32353	90	16,6222
27	22	1,22727	49	12,1224		27	68	0,39706	95	19,3263
33	22	1,5	55	13,2		33	68	0,48529	101	22,2178
39	22	1,77273	61	14,0656		39	68	0,57353	107	24,785
47	22	2,13636	69	14,9855		47	68	0,69118	115	27,7913
56	22	2,54545	78	15,7949		56	68	0,82353	124	30,7097
68	22	3,09091	90	16,6222		68	68	1	136	34
82	22	3,72727	104	17,3462		82	68	1,20588	150	37,1733
10	27	0,37037	37	7,2973		10	82	0,12195	92	8,91304
12	27	0,44444	39	8,30769		12	82	0,14634	94	10,4681
15	27	0,55556	42	9,64286		15	82	0,18293	97	12,6804
18	27	0,66667	45	10,8		18	82	0,21951	100	14,76
22	27	0,81481	49	12,1224		22	82	0,26829	104	17,3462
27	27	1	54	13,5		27	82	0,32927	109	20,3119
33	27	1,22222	60	14,85		33	82	0,40244	115	23,5304
39	27	1,44444	66	15,9545		39	82	0,47561	121	26,4298
47	27	1,74074	74	17,1486		47	82	0,57317	129	29,876
56	27	2,07407	83	18,2169		56	82	0,68293	138	33,2754
68	27	2,51852	95	19,3263		68	82	0,82927	150	37,1733
82	27	3,03704	109	20,3119		82	82	1	164	41

The Gantt chart displays the project schedule for 'Project Omega' from January 2003 to May 2003. The tasks and their durations are as follows:

Task	Start Date	End Date
Project Omega	Jan 26, 03	Feb 13, 03
Underappreciated	Mon 27, 03	Sun 02, 03
Support Activities	Fr 28, 03	Fr 13, 04
Landings and Rigging	Fr 07, 03	Sun 16, 03
Knowledge Construction	Fr 14, 03	Fr 30, 03
Missed	Wed 19, 03	Wed 19, 03
Missed	Wed 30, 04	Wed 30, 04
Facts	Thu 25, 03	Sat 25, 03
Programming	Sat 12, 04	Fr 30, 04

The chart also includes a legend for task types: 'Task' (solid black bar), 'Milestone' (diamond), 'Summary' (thick black bar), and 'Group' (dashed bar). The timeline shows dates from Jan 26, 03 to May 05, 03.

Milepæl 1

Elektronisk tænding For en 1 cylinder Totakt forbrændings motor.

Kravspecifikation. Der skal konstrueres en CDI tænding, som skal kunne fungerer i et støjfyldt miljø, dermed samtidig ikke selv genere støj. Omdrejningstallet skal være minimum 10.000 RPM

Den konstruerede tænding skal være kvalitets mæssig på højde med den originale.

Målsætning. Der ønskes at konstruerer en tænding, som er bedre end den originale, i form af en optimal tænding avancering. Optimere forbrænding ved forskellig motor temperaturer. Og evt. en optimering for uafbrændt blanding.

Forudsætninger. Der skal læses i diverse bøger, om selve CDI teknikken, desuden skal der undersøges hvordan tændingen kan optimeres. Projektet vil blive delt op i små etager.

Først skal kontakt systemet konstrueret, derefter skal kontrollere, og efter dette kan der så manipuleres med tændingstidspunktet. Imellem dette skal der løbende laves undersøgelser.

Milepæl 2

Vedrørende

Milepæl vedr. test og succeskriterier d. 19. marts. Godkendes af vejleder og studerende.

Er der følgende blevet lavet.

- Et scooter miljø, der skal simulerer motorens forsyning.
Det skal dog laves en smule om, der forventes at lave et lille PIC program, der søger for af forsyning og Vpulse kommer på de rigtige tidspunkter.
Det der er lavet nu er en forsyning, og en Vpulse der er uafhængig af hinanden.
- Et kredsløb der kan lave en gnist, der skal til dette findes nogle bedre komponenter, da scooters forsyning er for kraftig til at komponenterne kan holde til det. Kredsløbet er af typen første CDI topologi.
Der er i form af test, skruet ned for forsyningen. Hvilket medfører at gnisten ikke er optimal.
Der forventes korrekt gnist, når PIC program er lavet, og nye komponenter finder sted.

Følgende undersøgelser foretaget.

Der er fundet ud af hvilken type CDI tænding der sidder på doner scooteren. Hvilket er en Magneto (FP8176), og en Igniter & Ignition coil(IU2194). Hvilket ikke er positiv, da det viser sig, at der ikke er nogle Vpulse sensor på scooteren. Der er taget henvendelse til producenten, for at få yderligere information om produkterne, da statoren stadig skal forblive på doner scooteren.

Derfor er der undersøgt om sensor, da der skal en sensor på. Da den anden form for sensor system ikke har tændingens avancering, eller kan få det. Vælges det at putte en på.