

## Banc de test de bobines d'allumage

Permet de tester les bobines et les condensateurs. Il vise à remplacer le Bermascope des Anciens. Il est autonome (n'a pas besoin d'autres instruments) et adapté à ses mesures ; un multimètre même de grande marque est souvent incapable de mesurer des résistances faibles de  $2 \Omega$  ou  $0,5 \Omega$ , l'utilisateur est berné de bonne foi puisque l'appareil est dans ses specs ! L'essai des bobines est fait en lui faisant générer des étincelles dans un éclateur. L'éclateur simule une bougie à pression atmosphérique, on sait en déduire le comportement dans le moteur.

### 1 Les Bermascopes

Bermascope D53

essais de claquages et isolements : 550V DC arrive à détecter  $100M\Omega$

mesure de condensateurs : l'affichage est fait par la position d'un bouton (dépend de la précision du serrage des vis, de la précision du potentiomètre - souvent à 20 % à cette époque -, de l'alignement de la sérigraphie)

mesure de résistances : c'est seulement une détection de valeur inférieure à 40 ohms, indication binaire

mesure de fuites : indications binaires, pas de précision donnée dans les specs

réducteur d'intensité dans la bobine, par potentiomètre. Sera remplacé par tension d'alimentation de bobine variable et application de la bonne vieille loi d'Ohm

mesure de la résistance série de condensateur, faite à 50Hz sans critères précis. La mention fil inférieur à 20 cm, n'est absolument pas une indication de sensibilité à la résistance du fil, mais peut-être la sensibilité aux parasites secteurs de la grille d'un tube à vide ! Et il est bien précisé de ne pas mettre l'appareil à la terre

Cette version n'a pas de réglage de la fréquence de coupure du rupteur seul un « relaxateur électronico-ionique » la pilote, alors que le brevet de 1952 montre un moteur contrôlé par un rhéostat qui agit sur un rupteur

Une pince chauffante monte les condensateurs à une cinquantaine de degrés estimés « au doigt »

L'échauffement de la bobine n'est que la conséquence de son fonctionnement prolongé, pas de contrôle

Bermascope M73

### 2 specifications

( si possible, on verra les fonctions retenues)

- génération de régimes par exemple de 400 à 4000rpm = 6,66Hz à 66,6Hz (monocylindre, 2 temps) commande par potentiomètre ou bouton codeur
- génération de dwell 1-99 % commande par potentiomètre
- mesure de la résistance de bobine
- mesure de la capacité
- mesure de la résistance série du condensateur (ESR)
- alimentation de bobine à tension variable de 3 à 15V
- mesure de la tension d'alimentation
- Sorties analogiques PWM 5V pour régime et dwell
- Sortie RS232 : R2500 D60 format csv, séparateur virgule, fin de ligne CR/LF, transmission unidirectionnelle (Tx) à 1Hz. Ce signal, ainsi que la capture analogique des potentiomètres, sont générés à chaque interruption de watchdog, allumage inhibé à cause des parasites
- sortie I2C pour afficheur (à implanter éventuellement, hard prévu)
- Port ICSP pour programmation de la puce via carte USBASP à 2\$, soft gratuit avrdude, sous WinDaube ou Minux, c'est un port commun Atmel/PIC
- Affichage : tension batterie, régimes (5000, 12000 rpm), dwell sur des galvanomètres analogiques, pour le look, et l'inutilité d'un affichage digital à trop grande résolution.
- Mini-oscilloscope (diagonale 2 pouces) pour l'observation des tensions HT et THT (primaire bobine et bougie)
- mesure du rapport de transformation bobine
- détection de court-circuits internes dans la bobine (mesure du rapport statique de transformation et de la vraie tension de sortie) performance visée : court-circuit entre couches = 20 % de perte (typique bobine Sagem sur toutes les Renault 4 soupapes)



- Architectures moteur : 2-4 temps, 1-8 cylindres
- les informations détaillées sortent en flot discontinu pour enregistrement sur PC, par un port RS232/USB

## 2.1 Considérations système

Le parasitage intense généré par les étincelles, est capable de faire perdre la raison au  $\mu P$ , il sera donc placé dans une boîte blindée, avec liaisons par condensateurs de traversée

Les fonctions annexes (mesures capas et bobines) seront simplement désalimentées pendant les opérations parasitogènes. Le voltmètre et la tension réglable restent actifs sont logés dans le blindage.

Il n'est pas nécessaire et même impossible de concentrer tout le travail dans le  $\mu P$  principal (occupation des ports), vu le coût très faible des micro-cartes (digispark tiny85 à 1\$)

Liaison inter-processeurs par bus I2C (AC)

répartition des fonctions

les bobines à faible tension nécessitent un courant plus fort et la chute de tension du module d'allumage doit être compensée

## 3 solution centralisée

### 3.1 bloc principal

bouton principal (choix des fonctions actives)

génération d'impulsions (fréquence/durée = régime/dwell)

bouton rpm (éventuellement bouton principal)

bouton largeur d'impulsion (éventuellement bouton principal)

réglage de tension bobine (potard de conv DC/DC)

voltmètre de bobine

liaisons : validation bloc capa, validation bloc bobine, entrées data, sortie PC (RS232/USB)

#### 3.1.1 affectation ports,

le m328 est fortement sollicité :

**PB0** = PCINT0 = IRQ de l'encodeur rotatif (via un tiny85 pour interruption par handshake qui bloque au mini le  $\mu C$ )

**PB1** = D9 = OC1A = sortie timer 1 : fréquence et dwell

**PB3** = MOSI = ICSP prog bus

**PB4** = MISO = ICSP prog bus

**PB5** = SCK = ICSP prog bus

**PB6** = XTAL2 out

**PB7** = XTAL1 in

**PC0** = = ADC0 = voltmètre batterie

**PC1** = = state machine b0

**PC2** = = state machine b1

**PC3** = = state machine b2

**PC4** = = SDA I2C bus

**PC5** = = PCINT13 = poussoir principal (encodeur rotatif)= SCL I2C bus

**PC6** = RST = ICSP prog bus

**PC7** = y'existe pas !

**PD0** = = RxD USART du PC

**PD1** = = TxD USART vers PC

**PD2** = = bit direction encodeur rotatif

**PD3** = PC2B = sortie PWM voltmètre

**PD4** = = XCK (USART ext clock I/O)

**PD5** = = T1 ext timer1 in = OC0B pour timer 0 en prédiviseur 8 bits

**PD6** = = info inductance (série RS232)

**PD7** = = info capacité (série RS232)

le poussoir du bouton principal fait changer le mode de fonctionnement (mode 1 = sélection machine d'états, mode 2 = réglage des timers)

## **codage machine d'états :**

0 = géné rpm gamme basse par encodeur rotatif

1 = géné rpm gamme haute + LED galva

2 = géné temps magnétisation par encodeur

3 = fonctions capacités (commande détaillée par bouton capas) + alimentation fonction + extinction module allumage

4 = fonctions inductances + alimentation fonction + extinction module allumage

Cette méthode (machine 5 états, donc 3 bits) fait faire le choix par le bouton principal, puis les réglages par un bouton secondaire pour chaque bloc (capacité ou inductance) on va voir si ces boutons secondaires peuvent être évités

on pourrait faire les réglages par le bouton principal puisque la machine d'états en 3 bits peut décrire 8 états qui pourraient être

3 = capacité : capacimètre

4 = capacité : courant fuite 400V

5 = capacité : ESR

6 = capacité : arrêt/marche chauffage capa

7 = inductance : mesure inductance

8 = inductance : rapport transformation

et puisqu'on a dépassé les 8 états, y'apuka rajouter un bit à la machine d'état ce qui lui rajoute 8 états, et on peut simplifier la réflexion de l'utilisateur en lui mâchant le travail : déclaration du nombre de cylindres et temps moteurs et calculs rpm par le  $\mu C$

9 = 2T 1cyl (Soufflex, Tobec)

10 = 2T 2cyl

11 = 2T 3cyl

12 = 4T 1cyl (quand je dis 4T, c'est une machine 4 temps sans allumage à étincelle perdue !) et 4T 2cyl 2bobines (anglaises vintage)

13 = 4T 2cyl

14 = 4T 3cyl

15 = 4T 4cyl (et on a bouclé nos 16 états)

Chaque état de la machine sera indiquée par une LED, certains états seront mémorisés (chauffage, et le groupe temps/cylindres) mais on s'éloigne alors du concept de machine d'état stricto sensu, que l'utilisateur quidam simplex, n'est après tout, pas sensé connaître ! Le passage d'un état à l'autre est exclusivement séquentiel, vers le haut ou vers le bas

Au reset, il faut choisir le groupe T/cyl, avant de passer à une fonction

OK sur ce modèle ?

l'occupation des ports devient

ports inamovibles (correspondent à des ressources hard internes que je veux utiliser dans le  $\mu C$ )

**PB0** = PCINT0 = IRQ de l'encodeur rotatif (via un tiny85 pour interruption par handshake, qui bloque très peu le  $\mu C$  car il n'attend pas le retour zéro de la demande d'interruption, et est toujours pris en compte)

**PB1** = D9 = OC1A = sortie timer 1 : fréquence et dwell

**PB3** = MOSI = ICSP prog bus

**PB4** = MISO = ICSP prog bus

**PB5** = SCK = ICSP prog bus

**PB6** = XTAL2 out

**PB7** = XTAL1 in

PC0 = state machine b0 entrée/sortie latchée

PC1 = state machine b1 entrée/sortie latchée

PC2 = state machine b2 entrée/sortie latchée

PC3 = state machine b3 entrée/sortie latchée

PC4 = sortie LED régime haut (plutôt que régime bas : y'a un peu plus de place sous le cadran à l'extérieur pour loger la LED)

PC5 = PCINT13 = poussoir principal (encodeur rotatif)



PC6 = RST = ICSP prog bus

PC7 = y'existe pas !

PD0 = = RxD USART du PC

PD1 = = TxD USART vers PC

PD2 = = bit direction encodeur rotatif

PD3 = = OC0B = sortie PWM tachymètre (car celui-ci demande à connaître le groupe T/cyl, on va donc pas le décentraliser avec ses bits d'état de machine)

PD4 = = XCK (USART ext clock I/O)

PD5 = = T1 ext timer1 in = OC0B pour timer 0 en prédiviseur 8 bits

PD6 = = info inductance / capacité (série RS232)

PD7 = = strobe du latch state machine (un latch extérieur permet au µC de relire l'état de la machine, en cas de parasite, et de transmettre la fonction en cours aux µC décentralisés)

L'occupation quasi-complète des ports et des timers internes impose une décentralisation système.

les timers sont tous utilisés (T0 et T1 pour fréquence & dwell) T2 pour PWM voltmètre. Il n'y a plus qu'à utiliser un t85 pour les PWM d'affichage fréquence (en deux gammes avec LED indicatrice, à monter dans le galva lui-même) et dwell (en fait le temps de magnétisation de 1 à 10ms, il saturera à bas régime, le temps mini étant couvert) Entrée d'info de ce t85 = PD6

## codage temps/cylindres

il s'agit de d'afficher le nombre d'étincelles par tour

### 2 temps

1 cyl = 1 ét/t solex, mob, etc

2 cyl = 2 ét/t Tobec LT125

3 cyl = 3 ét/t Tobec 350

### 4 temps allumage standard 1 bobine

1 cyl = 0,5 ét/t

2 cyl = 1 ét/t

3 cyl = 1,5 ét/t

4 cyl = 2 ét/t

6 cyl = 3 ét/t

8 cyl = 4 ét/t rarement en 1 bobine seulement (alors c'est 2 ét/t), ou moteurs d'avant-guerre (Vedette)

### 4 temps étincelle perdue

1 cyl = 1 ét/t quelques 4t à volant magnétique

2 cyl = 2 ét/t 2CV, BMW R1100 (les deux avec une seule bobine à sorties flottantes)

4 cyl = 4 ét/t peu existant, ou en 2 bobines (allumage jumeaustatique = sans delco , c'est alors 1 ét/tour)

Étincelles par tour	2 temps	4 temps 1 bobine	4 temps sans delco
0,5 (= 1ét tous les deux tours)		1 cyl ou 1 bobine par cylindre	
1	1 cyl (Solex, Mob, etc) ou 1 bobine par cylindre (DKW, Trabant)	2 cyl	1 cyl (à volant mag) 4 cyl (2 bobines = nombreuses autos modernes)
1,5		3 cyl	
2	2 cyl (Tobec 125)	4 cyl	Par groupe de 2 cyl, à étincelle perdue (2CV, BMW R1100)
2,5		5 cyl	
3	3 cyl (Tobec 350)	6 cyl	
4	4 cyl (j'en connais pas)	8 cyl	

Il suffit donc de 3 bits et d'un décodeur HC138 qui commande les 7 LEDs signalant les étincelles/tour et de ce tableau,



simplifié, à coté pour les explications.

### 3.1.2 entrées/sorties du boîtier blindé du bloc principal

1. masse
2. +19 V direct de l'alim principale
3. PB1 pulse freq/dwell (s vers module allumage)
4. PC0 state machine : s
5. PC1 state machine : s
6. PC2 state machine : s
7. PC3 state machine : s (non nécessaire si LEDs dans bloc blindé)
8. PD3 PWM tachy : s du  $\mu$ C
9. gamme tachy : s du  $\mu$ C
10. PD0 :e du PC
11. PD1 :s vers PC
12. PD6 :e info inductance/capacité/rpm
13. PD4 :s freq sync RS232 interne et calibrage t85's
14. PC1 :s validation inductance
15. PC2 :s validation capacité

Quelques choix systèmes à affiner

les  $\mu$ C décentralisés seront des tiny85 en cartes digispark

**Bus retour d'infos** : les infos importantes sortent toutes sur l'afficheur (I2C) et sur le port série vers le PC (qui sert aussi d'enregistreur). Les infos viennent des  $\mu$ C décentralisés en basse vitesse RS232 car implanter un interface complet I2C inexistant dans les t85 est lourd en ressources internes. Comme les t85 utilisent leur horloge interne, le bus asynchrone sera synchronisé (double redondance) par un signal BF issu du m328. Il y a aussi la solution de faire fonctionner les t85 en horloge externe (utilise 1 port) mais les rend plus difficile à tester individuellement (et plus sensibles aux parasites?). A voir

l'afficheur LCD est-il utile ?

Par sa grande surface, c'est une entrée à parasites d'allumage, lui-même susceptible d'être abîmé par le niveau de parasites le port RS232/USB vers le PC transmet plus d'informations précises, les galvas apportant l'information suffisantes il faut se procurer un (des) « câbles » TTL/USB ou RS232/USB

### 3.2 bloc condensateurs

bouton fonctions

générateur de courant DC

mode courant de fuite

mode capacimètre

générateur de courant AC

mesure ESR (après mesure capacité)

générateur HT : mesure fuite à tension réaliste (300V)

générateur chauffage 60°C

liaisons : validation bloc, valeur R fuite, valeur capa, valeur ESR

### 3.3 bloc bobine

bouton fonctions



générateur de courant DC :

mesure inductance,

mesure résistances primaire/secondaire

générateur de courant AC

mesure rapport de transformation

liaisons : validation bloc, valeur inductance, valeur résistances, valeur rapport,

## 4 Architecture totalement décentralisée

dans l'architecture précédente, je n'arrive pas à caser toutes les fonctions dans le bloc principal : il manque la résistance de l'inductance, et il faut distribuer l'état de machine, même en binaire codé, ça fait 4 bits  
on va passer à une solution décentralisée. Il faudra que les liens entre modules ne consomment pas toutes les ressources

### 4.1 module blindé

- alimenté par interrupteur
- générateur d'impulsions rpm/dwell
- tachymètre deux échelles
- dwell deux affichages dwell/temps de magnétisation
- voltmètre (T85 séparé)
- mémorisation/affichage temps/cylindres

lui est connecté le module d'allumage, via un interrupteur

quelque part : une fonction ou exclusif qui détecte plusieurs modules validés en même temps

arduino mini (ordre : port, marquage arduino, fonction µC)

PB0 = D8 = **PCINT0** = IRQ de l'encodeur rotatif (via un tiny85 pour interruption par handshake (IRQ/ACK), qui bloque très peu le µC car il n'attend pas le retour à zéro de la demande d'interruption, et est toujours pris en compte)

PB1 = D9 = **OC1A** = sortie timer 1 : rpm et dwell

PB2 = D10 = **PCINT2** = poussoir principal (encodeur rotatif)

PB3 = D11 = **MOSI** = ICSP prog bus

PB4 = D12 = **MISO** = ICSP prog bus

PB5 = D13 = **SCK** = ICSP prog bus

PB6 = **XTAL2 out**

PB7 = **XTAL1 in**

PC0 = A0 =

PC1 = A1 =

PC2 = A2 =

PC3 = A3 =

PC4 = A4 = **SDA** (I2C)

PC5 = A5 = **SCL** (I2C)

PC6 = **RST** = ICSP prog bus

PC7 = y'existe pas ! (dans le mega328p)

PD0 = TX0 = **RxD** USART du PC

PD1 = RX1 = **TxD** USART vers PC

PD2 = D2 = bit direction encodeur rotatif

PD3 = D3 = **OC0B** = sortie PWM tachymètre (car celui-ci demande à connaître le groupe T/cyl, on va donc pas le décentraliser avec ses bits d'état de machine)

PD4 = D4 = **XCK** (USART ext clock I/O)

PD5 = D5 = **T1** ext timer1 in = OC0B pour timer 0 en prédiviseur 8 bits

PD6 = D6 = info inductance / capacité (série RS232)

PD7 = D7 =

ADC6 = A6

ADC7 = A7





## 4.2 module condensateurs

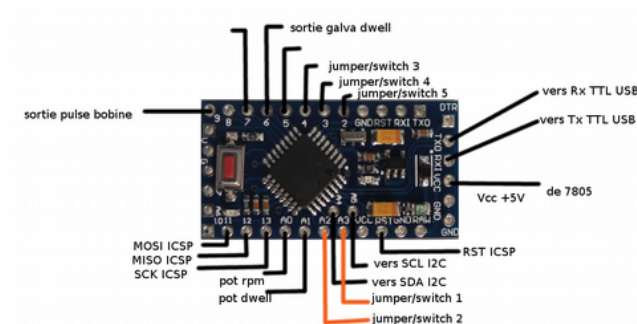
- Alimenté par interrupteur
- capacimètre
- ESR
- fuite HT
- chauffage

## 4.3 module inductance

- Alimenté par interrupteur
- inductancemètre
- résistance interne
- rapport de transformation

## 5 Utilisation de carte arduino nano pro

à moins de 2\$, de taille timbre-poste (19 x 34mm)



### ressources firmware

timer1

pas de prescaler

ICR1 = 5000 pour 50Hz

CTC = mode 14 (WGM = 1110x)

TIMSK = TOI1E

OCR1A = valeur de dwell sur 16 bits

watchdog

sert à faire des interruptions à rythme indépendant des rpm

capture ADC des potentiomètres

génération des PWM des galvas

envoi des infos RS232 / I2C

timer0 :

mode 2 WGM = 010

OCR0A = 64

TIMSK0 = TOIE0

timer2 :

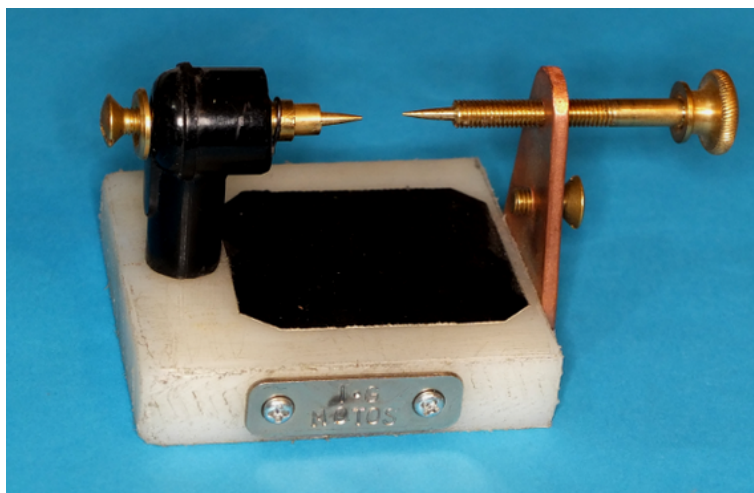
ISR timer\_0\_OVF

ISR timer\_0\_OVF

ICR1 = freq adjust = 16MHz/(outfreq/64) → 5000 = 50Hz

### 6 Un éclateur

(réalisé par IGM : I.G Motos, un institut géiatrique des motos, sur un bloc téflon) simule la bougie avec une certaine facilitation par effet de pointe, mais il est beau, je le garde donc tel quel.



La pression dans le cylindre au moment de l'allumage est d'environ 10 bars (moteur à clapets) et 8 bars (cylindre à trous), et que la loi de Paschen multiplie par Pd la tension en fonction de la pression (P) et comme l'écartement de la bougie est constant (d), il suffit de multiplier par 10 l'écartement de la bougie, prévu par le fabricant du moteur, dans l'éclateur et par 8 pour le cylindre à trous. Le **moteur à clapets** (mon appellation familière du moteur 4 temps, car les moteurs du début du XXème avaient un clapet à ressort comme soupape d'admission) dispose d'un temps de compression de la totalité de la course du piston. Le **cylindre à trous** (moteur deux temps avec lumières (trous) d'admission et d'échappement), à cause justement de ces trous, ne commence sa compression que plus tard, et seule une partie de la course du piston sert à la compression. Elle est de l'ordre de 6,5 bars car les anciens moteurs, cibles privilégiées de ce banc, en version 2 temps, ont leurs lumières de transfert occupant jusqu'à 20 % du bas de la course du piston .

## 7 Rappels techniques

### 7.1 Moteur 4 temps BMW

pression en fonction de l'angle vilebrequin, en forte charge (accélérateur à fond)

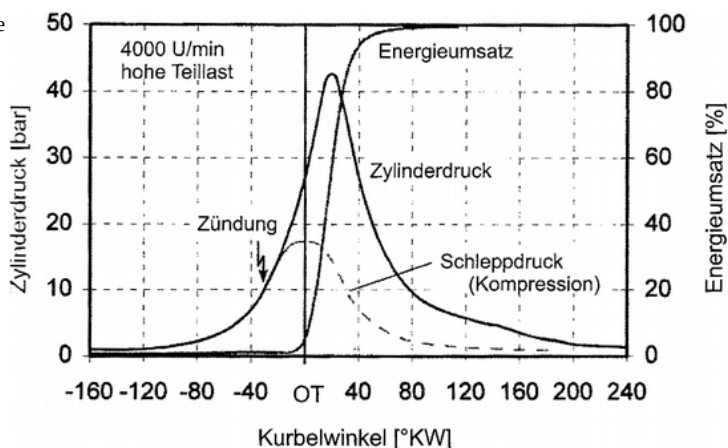
de Jürgen Stoffregen (ancien patron du développement chez BMW moto) in Motorradtechnik, Springer  
 Zylinderdruck = pression cylindre  
 Zündung = instant d'allumage

Energieumsatz = échange d'énergie  
 Schleppdruck = pression adiabatique, sans allumage

Kurbelwinkel = angle vilebrequin

Druckverlauf während der Verbrennung = évolution de la pression pendant l'allumage

OT = oberer Totpunkt = PMH point mort haut



**Bild 3.32**  
 Druckverlauf während der Verbrennung

La pression monte à 10 bars en fin de compression, gaz à fond (juste avant l'allumage) en raison de l'échauffement adiabatique dans le cylindre et à 43 bars au plus fort de l'explosion (vers 15-20° après PMH)  
 Elle est moindre quand les gaz sont réduits

### 7.2 Moteur 2 temps Solex 3800,

source détaillée provenant de <http://briansolex.free.fr/engine-data.html>

	4000 mm (126.13 in)	400 mm (15.75 in)
Cylinder Liner	Length	87.7 mm
	Top Edge	Liner Top Edge above Cylinder Top Edge 1.5 mm
	Deck Height	Liner Top Edge above Piston Top Edge at TDC 0.8 mm
Geometric Compression Ratio	8.2 : 1	
True Compression Ratio	Also known as Swept or Trapped Compression Ratio 6.44 : 1	
Cranking Compression Pressure	CCP = True Compression Ratio x 1.013185 6.63 bars (663 kPa or 96.11 PSI)	
Peak Combustion Pressure	PCP typically equals Cranking Compression Pressure x 5.5 36.44 bars (3644 kPa or 528.58 PSI)	

La pression max atteint 36,4 bars à l'explosion, en comparant avec les 43 bars du moteur BMW, et tenant compte du rapport de compression physique de 6,44, et atteint 3,63 bars à l'instant d'allumage. Mais comme un Soufflex se conduit en binaire (ralenti ou à fond) il n'y a pas de variation à cette valeur, contrairement à la BMW qui a une conduite plus modérée, car seuls les pandores, les chaussettes à clous, crs et autres joyeux lurons, conduisent à fond.

### 7.3 Dwell

Le dwell correspond au temps de magnétisation de la bobine. Sur un allumage batterie/bobine, alimenté par une tension constante de batterie, c'est donc simplement le rapport cyclique du rupteur, le moment précis du début du contact n'a d'importance qu'à très haut régime, la fin du contact a une importance cruciale : c'est l'instant de l'étincelle à la bougie. La durée entre les deux événements n'est là que pour donner un temps suffisant à la bobine pour charger son énergie magnétisante, il est donc très excessif à bas régime et chauffe inutilement la bobine (diminuant aussi son énergie



disponible), alors qu'il est parfois insuffisant à haut régime, il participe ainsi à une certaine limitation de régime. On l'exprime en % ou en rapport (0,7 p ex), ce qui complique son expression est que certains le donnent (avec toutes les justifications nécessaires) sur un ou sur la totalité des cylindres

#### 7.4 Le Dwell sur volant magnétique

Le dwell n'existe simplement pas dans un volant magnétique

Sur un volant, ça se complique, puisque la tension n'est pas présente en permanence, et elle est en plus alternative. Pratiquement, la tension dans la bonne polarité n'est présente que pendant moins d'un quart de tour (volants 2T/4T à 4 demi-aimants), mettons entre 1/8 et 1/4 soit environ 8 à 10 ms pour un Soufflex 3800 à 4000rpm

La bobine du Soufflex est construite autour d'un primaire de 10,6 mètres de cuivre AWG25 (0,455mm) soit une résistance de 1,1  $\Omega$  (le calcul en prenant la résistivité de 103  $\Omega$ /km donne 1,0918  $\Omega$  et le site cité donne 1,1  $\Omega$  c'est cohérent, et confirme la section du fil à 25AWG, car le site de référence donne, lui, 26SWG) . Son inductance est de 5mH, sa constante de temps est donc de 4,5ms, clairement dans la pente descendante de la puissance de bougie en fonction du régime ! La bobine d'allumage a exactement le même nombre de tours que celle d'éclairage, c'est donc une bobine « 6V »

La tension d'amorçage est de l'ordre de 3600V/mm pour de l'air sec et 1000V/mm pour de l'air saturé en humidité. Je prends habituellement 3000V/mm.

Cet éclateur est relié à un pont de résistances de mesure pour l'observation directe de la tension de bougie, sans charger significativement la bobine.

**Alimentation** par bloc d'ancien PC portable, fournit 18,5V/4,5A (sur I.B. : AC adapter charger laptop choisir 65W mini ou mieux 90W par exemple pour HP Pavillon dv4 à 7,5\$, 2016)

L'entrée RAW autorise 16V max, il faut donc un régulateur 7805 qui attaque directement l'entrée Vcc de l'arduino.

L'alimentation de la bobine est assurée par un convertisseur DC/DC variable 5A (par exemple <http://www.ebay.com/itm/DC-DC-4-38V-to-3-3V-5V-9-12V-24V-5A-Buck-Step-Down-Converter-Module-Car-Voltage-/221966673909?hash=item33ae3ea7f5:g:fDMAAOSwxN5Wa~Ux>), son potentiomètre est démonté et remplacé par

un potentiomètre de même valeur, avec bouton sur la face avant. Un voltmètre affiche la tension appliquée à la bobine, car elles fonctionnent sous des tensions diverses 3V pour certains scooters, jusqu'à 16V pour essayer en condition de batterie 12V en pleine charge. On peut ainsi tester avec la tension du démarreur qui fait baisser une batterie 12V jusqu'à 9V. Le convertisseur DC/DC permet, parce qu'il fonctionne à puissance constante, d'augmenter sensiblement le courant de sortie dans le cas des bobines 6V, qui demandent plus de courant pour la même puissance utile

#### Le multimètre

C'est un appareil de mesure à usages multiples. Quand il est numérique, il est généralement plus précis qu'un modèle analogique (galvanomètre à aiguille) et est défini par le nombre de points (ou de digits) pour la pleine échelle, sa précision est donnée en fonction de cette pleine échelle. Mais l'affichage analogique est plus confortable et immédiat, il évite certaines erreurs humaines d'interprétation. En aviation, on est vite revenu à l'affichage analogique après des tentatives avortées d'afficheurs digitaux : les contrôles vitaux et nécessitant des réactions immédiates restent analogiques, les autres passent en affichage informatique, car plus compacts.

Ici pour rendre l'appareil plus abordable et lisible l'affichage sera analogique avec des galvanomètres à aiguille, les informations détaillées seront lues sur un PC par port RS232/USB.

#### Baby bermascope

pour faire prendre patience à Bernique, en attendant la totale !

Fait avec une puce atmel AT tiny13 (à 0,15€ sur I.B.) reliée à un potentiomètre et au driver d'allumage Zibuth27 un seul timer, donc mode 2, CTC, le timer reboucle à la valeur OCRA (changée par potentiomètre rpm)

centrage timer :



# Testeur de bobines

v1,0

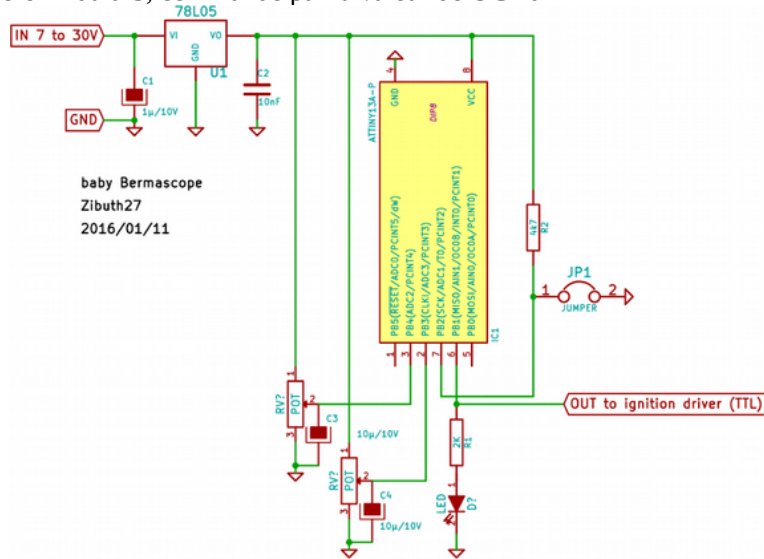
régimes souhaités 300-5000rpm soit 5Hz à 83Hz, régimes atteints 285 à 4620 rpm (si vitesse CPU non modifiée, à 1,2MHz)

prédiviseur 256

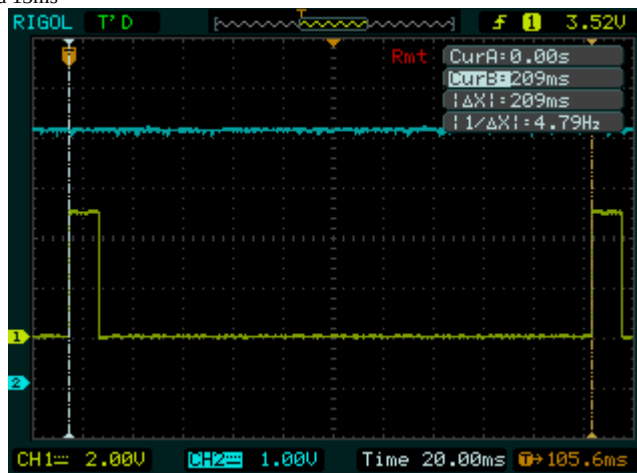
NB le mega328p de l'arduino nano pro est bien plus flexible avec son timer principal à 16 bits !

le dwell correspond au waveform du t13, commandé par la valeur de OCR0B

schéma baby bermascope

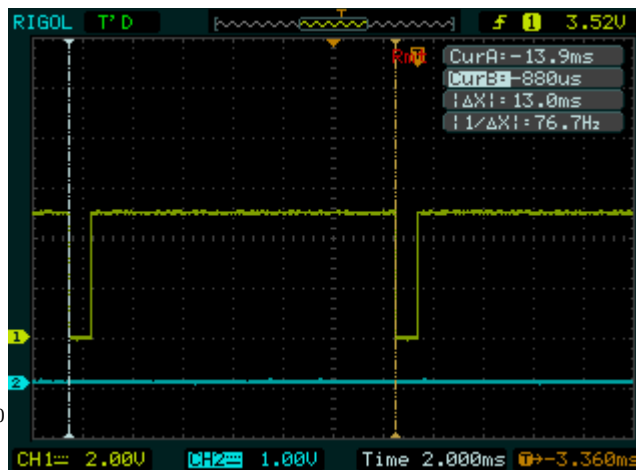


baby bermascope vitesse mini  
le temps de magnétisation est constant, à 13ms



signal bleu = tension potentiomètre

baby bermascope vitesse max



(CC) Creative Commons 3.0

ibuth27@gmx.fr

août 2016

La programmation du tiny13 serait possible avec arduino IDE :

<https://tekstop.wordpress.com/2011/12/30/programming-attiny13-using-arduino-isp-and-all-the-hacking-involved/>.

Mais j'ai pas essayé moi-même !

Programme de test, en l'état :

```

/* at tiny13
 *
 * ignition pulse generator
 * for Solex rubber râpeur
 * version bernique test 01
 * RMZ # 213
 *
 * (CC) by nc sa, Zibuth27 2016/01/10
 *
 * pin6 PB1 OC0B = ignition pulse
 * pin5 PB0 OC0A =
 * pin2 PB3 ADC3 = potentiometer rpm control
 * pin3 PB4 ADC2 = potentiometer dwell control
 *
 *
 * status: OK
 * keywords: ADC, pot, timer0, speed & ratio control
 */

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/sfr_defs.h>

const uint8_t SPEED_MAX = 30;          // this is in reality the PERIOD, but speed is the aim

void main()
{
    uint8_t pot, rpm, dwell, pulsecount;

    // ports
    DDRB = 0x07;                       // output PB2 - OC1A + OC1B  PB3 + PB4 = ADC inputs

    // timer
    TCCR0A = 0x21;                      // clear OC0B on dwell value - fast PWM mode 5
    TCCR0B = 0x0C;                      // start timer - prescaler 256
    OCR0A = 0xFE;                       // rpm default = half scale
    OCR0B = OCR0A/3;                   // dwell default = 0.3

    // ADC
    ADCSRA = 0x84;                     // enable ADC clk=75kHz
    ADMUX = 0x02 ;                     // mux0 PC0

    // IRQ                               // no interrupts yet

    while (1)                           // endless
    {
        _delay_ms(200);                 // sampling rate
        TCCR0B = 0;                     // stop timers (and ignition pulse)
        PORTB = 0x00;
        TCNT0 = 0x00;
    }
}

```



## Testeur de bobines

v1,0

```
PORTB |= (1<<PB2);           // PB2 signalling LED ON

_delay_ms(5);                // far away (5ms) from spark

// rpm capture & compute
ADMUX = 0x03;                // select rpm control capture ADC3
ADCSRA |= (1<<ADSC);         // start conversion
while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // wait for conversion complete
ADMUX |= (1<<ADLAR);         // ADC left adjust
rpm = ADCH;                  // read potentiometer value

//rpm                        // rpm scale limits adjust
if (rpm > SPEED_MAX) OCR0A = rpm;
    else OCR0A = SPEED_MAX;

// dwell capture & compute
ADMUX = 0x04;                // select dwell control capture ADC4
ADCSRA |= (1<<ADSC);         // start conversion
while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // wait for conversion complete
ADMUX |= (1<<ADLAR);         // ADC left adjust for 8 bit use
dwell = ADCH;                // read potentiometer value

OCR0B = 28;                  // fixed magnetization time = 13ms, (coil time constant = 4ms

PORTB &= ~(1<<PB2);         // PB2 signalling LED off
TCCR0B = 0x0C;              // restart timer
}
return 0;
}
```



**LE Bermascope**

µC principal arduino nano pro

Quartz :

pour savoir s'il est équipé d'un quartz ou d'un résonateur céramique, il faut regarder la carte : la quartz est un « gros » boîtier de 10 x 3,5 mm, le résonateur est un boîtier de 3,3 x 1 mm et surtout la valeur du fuse gérant l'horloge est efuse : 0x6F = résonateur céramique (low power crystal oscillator) ou efuse : 0x62 = quartz. Les deux fonctionnent à 16 MHz avec une précision et une stabilité différente et les valeurs de » efuses ne peuvent être changées.

**Dynamique :**

Le client souhaite aller de 300 rpm à 4000. En choisissant correctement le taux de division général et les prédiviseurs du timer 16 bits disponible (Timer1) on peut couvrir la gamme sans changements autres que la valeur finale de reboilage du timer1 (ICR1)

On couvre donc les fréquences de 5 Hz (300 rpm = 2,42 km/h en Solex) à 300 Hz (17865 rpm = 143,8 km/h, mais comme le Soufflex est interdit sur autoroute, il est donc inutile d'aller plus loin !)

**Dwell :**

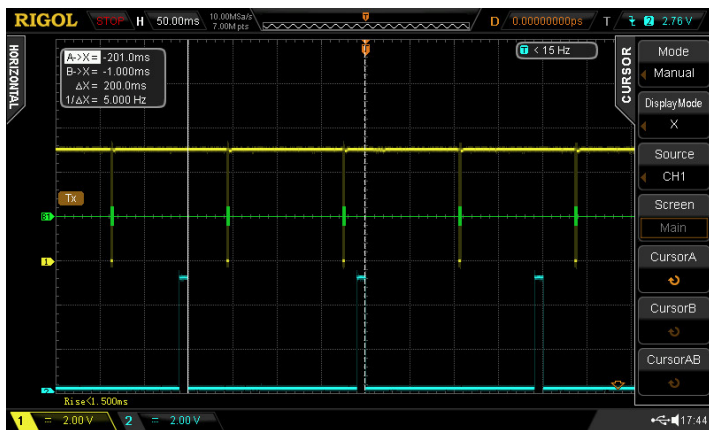
Puisqu'il s'agit essentiellement de tester des allumages Solex, le dwell sera en fait un temps de magnétisation de la bobine d'allumage de 10ms qui couvre le besoin. Il faut laisser un temps d'arc à la bougie, fixé ici à 1ms (modifiable à la compilation), ce qui fait qu'à partir de 100 Hz ; le temps de magnétisation se réduit, tout comme le temps correspondant avec un volant magnétique.

**Commande :**

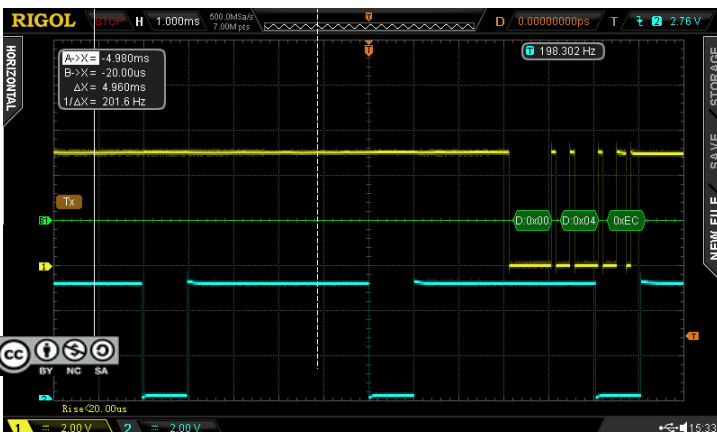
La commande du générateur est faite par un encodeur rotatif à 20 pas/tour. Un incrément de 1Hz n'ayant pas la même signification à 5Hz qu'à 300Hz, j'utilise une progression géométrique comme les degrés d'un octave musical , divisé en 12 1/2 tons dans la gamme tempérée et les séries de Renard en mécanique/électronique. On parcourt une décade en 20 pas du bouton, la progression géométrique sera de raison : racine vingtième de 10, soit 1,05925.

Lorsqu'on dépasse la gamme en tournant le bouton à droite, le générateur repasse au mini (5HZ), lorsqu'on dépasse en tournant à gauche, le générateur repasse au maxi (300Hz).

**Résultats :**

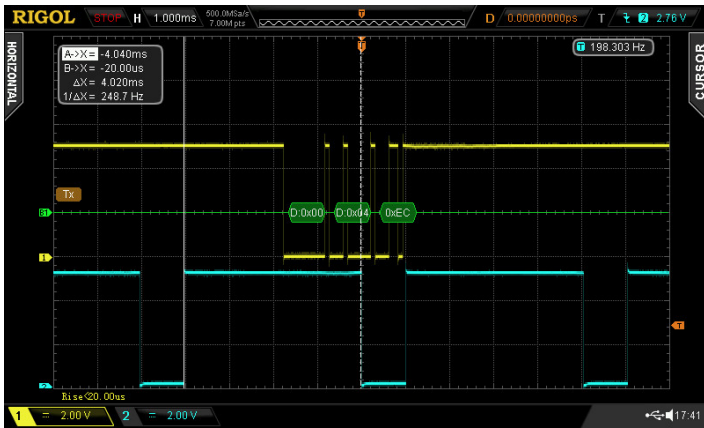


à 5 Hz, le temps de magnétisation est à 10ms

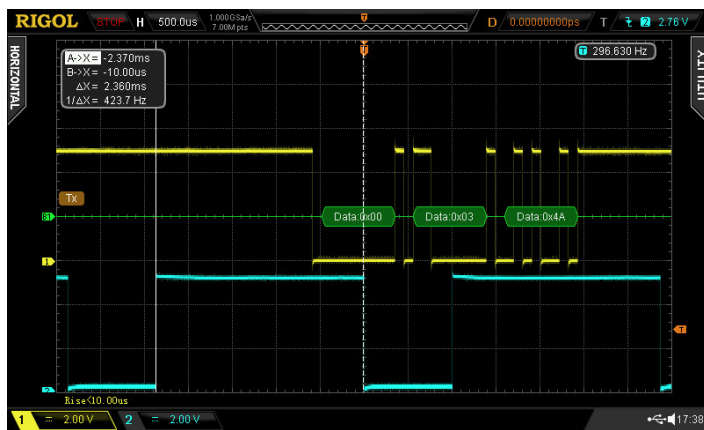


à 88 Hz  
les indications en vert représentent en hexadécimal, la valeur de reboilage du timer1 (fonction utilisée en mise au point seulement)





à 200 Hz,  
le temps de magnétisation se réduit (ici 5ms), tout en conservant 1 ms de temps d'arc à la bougie



à 300Hz,  
il reste un peu moins de 2,5ms pour la magnétisation

# Testeur de bobines

v1,0

table des fréquences, régimes, vitesse (speed, en km/h, en valeur max du timer1)

step	freq	rpm	speed	ICR1A
0	5,000	300	2,42	50160
1	5,296	318	2,56	47354
2	5,610	337	2,71	44705
3	5,942	357	2,87	42205
4	6,295	378	3,04	39844
5	6,667	400	3,22	37615
6	7,063	424	3,41	35511
7	7,481	449	3,61	33525
8	7,924	475	3,83	31650
9	8,394	504	4,06	29879
10	8,891	533	4,30	28208
11	9,418	565	4,55	26630
12	9,976	599	4,82	25141
13	10,567	634	5,11	23734
14	11,193	672	5,41	22407
15	11,856	711	5,73	21153
16	12,559	754	6,07	19970
17	13,303	798	6,43	18853
18	14,091	845	6,81	17799
19	14,926	896	7,21	16803
20	15,810	949	7,64	15863
21	16,747	1005	8,09	14976
22	17,739	1064	8,57	14138
23	18,790	1127	9,08	13347
24	19,904	1194	9,62	12601
25	21,083	1265	10,19	11896
26	22,332	1340	10,79	11230
27	23,655	1419	11,43	10602
28	25,057	1503	12,11	10009
29	26,542	1592	12,82	9449
30	28,114	1687	13,58	8921
31	29,780	1787	14,39	8422
32	31,544	1893	15,24	7951
33	33,413	2005	16,14	7506
34	35,393	2124	17,10	7086
35	37,490	2249	18,11	6690
36	39,711	2383	19,19	6316
37	42,064	2524	20,32	5962
38	44,557	2673	21,53	5629
39	47,197	2832	22,80	5314
40	49,993	3000	24,15	5017
41	52,955	3177	25,58	4736
42	56,093	3366	27,10	4471
43	59,416	3565	28,71	4221
44	62,937	3776	30,41	3985
45	66,666	4000	32,21	3762
46	70,615	4237	34,12	3552
47	74,799	4488	36,14	3353
48	79,231	4754	38,28	3165
49	83,926	5036	40,55	2988
50	88,898	5334	42,95	2821
51	94,166	5650	45,49	2663
52	99,745	5985	48,19	2514
53	105,655	6339	51,04	2374
54	111,915	6715	54,07	2241
55	118,546	7113	57,27	2116
56	125,570	7534	60,67	1997
57	133,010	7981	64,26	1886
58	140,890	8453	68,07	1780
59	149,238	8954	72,10	1681
60	158,081	9485	76,37	1587
61	167,447	10047	80,90	1498
62	177,368	10642	85,69	1414
63	187,877	11273	90,77	1335
64	199,009	11941	96,15	1260
65	210,800	12648	101,84	1190
66	223,299	13397	107,88	1123
67	236,520	14191	114,27	1060
68	250,534	15032	121,04	1001
69	265,378	15923	128,21	945
70	281,101	16866	135,81	892
71	297,757	17865	143,85	842
72	315,399	18924	152,38	795



## Charge bobine

La charge magnétique d'une bobine suit la loi suivante de croissance du courant :

Le courant croît selon la courbe en rouge (abscisses en constantes de temps unités) et atteint (asymptote) la valeur unité de courant (ordonnées) au bout d'un temps théoriquement infini  
Pratiquement lorsqu'on est à une constante de temps l'amplitude est à 63 % du max, lorsqu'on est à 2 t on obtient 86 %, à 3 t on obtient 95 %, à 4t on obtient 98 %, à 5 t on obtient 99,3 %.

Le Solex 3800, avec sa constante de temps à 4,5ms est donc chargé à 94 % de son courant max  
donc à 88 % de son énergie max possible

le baby Bermascope donne plus de puissance que le volant magnétique

La constante de temps est définie par le point à 63 %

