

Le traitement magnétique du carburant affecte-t-il les performances du moteur ?

2014-01-1398
Publié le 04/01/2014

Ahmed A. Abdel-Rehim et Ahmed AA Attia

Université Benha

CITATION:A. Abdel-Rehim, A. et AA Attia, A., "Le traitement magnétique du carburant affecte-t-il les performances du moteur ?", Document technique SAE 2014-01-1398, 2014, doi : 10.4271/2014-01-1398.

Copyright © 2014 SAE International

Abstrait

L'effet du champ magnétique a attiré de nombreux chercheurs pour étudier l'impact de ce type de force sur différentes applications telles que la combustion et l'eau. Différents systèmes soutenus par de nombreux brevets ont été introduits sur le marché pour traiter ces applications.

Dans la présente étude, une série d'expériences ont été menées pour explorer l'impact du traitement magnétique du carburant sur les performances du moteur. Le champ magnétique a été produit à partir de deux sources différentes basées sur des bobines permanentes et électromagnétiques.

Deux moteurs avec des configurations différentes ont été utilisés. Trois carburants ont été testés, l'essence et le diesel en tant que carburants liquides et le gaz naturel en tant que carburant gazeux. Un grand nombre d'expériences dans différentes conditions de fonctionnement ont été menées sur les deux moteurs. La consommation de carburant, la puissance de sortie et les émissions d'échappement ont été analysées sous l'exposition au champ magnétique. L'essence était le carburant le plus touché tandis que les autres carburants ont montré un effet moindre ou négligeable. L'intensité du champ magnétique était un paramètre clé pour avoir un impact sur les performances du moteur. Des résultats prometteurs ont été obtenus attestés par la réduction de la consommation de carburant des moteurs et des principaux polluants.

Introduction

De nombreuses idées de conditionnement de carburant ont été proposées sur la base de différentes techniques telles que les filtres, les catalyseurs, les additifs, etc. De nombreux inventeurs proposent des produits économes en carburant basés sur l'idée que la combustion peut être améliorée en traitant le carburant avec un champ magnétique. Plusieurs brevets américains ont montré que le champ magnétique peut améliorer la combustion complète, mais il n'y a pas de données expérimentales solides pour étayer leurs revendications [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dix, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18].

Les technologies vont des simples aimants à pince à une variété d'appareils électriques et électroniques. Beaucoup de ces produits ont rencontré un succès limité car il y a un certain nombre de facteurs à prendre en compte et de variables à prendre en compte. Par exemple, un dispositif qui applique un champ magnétique constant d'une intensité constante aura un effet limité car différents carburants peuvent être alimentés à des débits différents à travers des tuyaux de matériaux, d'épaisseurs et d'alésages différents. Ainsi, on peut conclure que l'intensité du champ magnétique requise est fonction de la taille du moteur en fonction du type de carburant et de la consommation [19].

Par conséquent, une approche un peu plus sophistiquée est nécessaire. Pour ces raisons, l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a publié de nombreux rapports, après avoir testé certains de ces dispositifs, pour conclure que les véhicules équipés de ces dispositifs (aimants permanents) ne montrent aucune amélioration de l'économie de carburant ou des émissions du moteur. [20, 21, 22, 23, 24].

Revue de littérature

Les études liées à l'effet du champ magnétique sur le carburant des moteurs thermiques gagnent en importance ces dernières années afin de réduire la consommation de carburant et les émissions du moteur et/ou d'améliorer la puissance de sortie.

L'étude expérimentale menée dans [25] a indiqué qu'en appliquant un champ magnétique (2000 Gauss) à la conduite d'alimentation en carburant d'un moteur thermique fonctionnant avec une essence au plomb et 10 % d'éthanol, des réductions de 68,8 %, 15 % et 42,5 % de CO, CO et HC respectivement ont été obtenus. Cela a été combiné à une amélioration des performances du moteur d'environ 8,6 % de la puissance thermique au freinage, de 3,6 % de l'efficacité thermique et de 3,2 % de réduction du BSFC. Le fonctionnement du moteur avec une bobine magnétique de 1 000 gauss donne de meilleurs résultats concernant l'efficacité thermique des freins et la consommation de carburant spécifique aux freins qu'avec 2 000 gauss.

Les travaux menés par [26] sur l'effet du champ magnétique (force de 5000 gauss) pour étudier les performances d'un moteur SI a révélé que la consommation de carburant est réduite de 12 % tandis que les réductions de HC et de CO sont d'environ 27 % et 11 % respectivement. D'autre part, les niveaux de NO et de CO_2 dans le moteur ont augmenté d'environ 19 % et 7 % respectivement avec l'application du champ magnétique.

Les expériences menées par El Fatih et. Al [27] a révélé que le champ magnétique d'un aimant permanent utilisé sur le système d'alimentation en carburant à essence fixé au moteur à combustion interne entraîne une réduction allant jusqu'à 15 % de la consommation de carburant. Les pourcentages d'émissions de CO et de NO ont été réduits à tous les régimes de ralenti jusqu'à 7 % et 30 % respectivement.

Deux bobines magnétiques d'intensités différentes (1000 et 2000 Gauss) ont été testées par Raad et. Al [28] dans des conditions de fonctionnement spécifiques de vitesse, d'ouverture du papillon et de calage de l'allumage d'un moteur SI. Les résultats ont montré que le rendement thermique et la puissance du moteur augmentaient respectivement de 4 % et 3,3 % lorsqu'une bobine magnétique de 1000 Gauss était utilisée. La réduction correspondante de la consommation spécifique de carburant était de 12,8 %. Cependant, lorsque la bobine magnétique de 2000 Gauss est utilisée, la puissance de freinage est augmentée de près de 16,4 % et l'efficacité thermique a montré une amélioration d'environ 7,6 % tandis que la consommation spécifique de carburant est diminuée de 21,3 %. Les émissions de gaz d'échappement ont montré des réductions d'environ 80 % et 44 % en CO et HC respectivement lorsque la bobine magnétique de 1000 Gauss est utilisée. Des réductions supplémentaires d'environ 90 % et 58 % en CO et HC sont obtenues lorsque la bobine magnétique de 2000 Gauss est utilisée.

Dans leur étude, Faris et. Al [29] ont constaté que l'utilisation du champ magnétique avait un impact sur la consommation de carburant et les émissions d'échappement d'un moteur à deux temps. L'économie de carburant est comprise entre 9 et 14 % en fonction de l'intensité du champ magnétique ainsi que du régime moteur. Jusqu'à 30 % et 40 % de réduction des émissions de HC et de CO ont été respectivement enregistrées. En revanche, une augmentation allant jusqu'à 10% de CO a été enregistrée.

Al-Khaledy [30] ont observé une amélioration de l'efficacité de la combustion et une réduction des polluants d'échappement lorsque la conduite de carburant du moteur était doublée d'aimants permanents. Il l'a attribué à la transformation de l'ion hydrogène dans l'hydrocarbure du parahydrogène à l'orthohydrogène qui est plus instable et réactif en raison de l'influence du champ magnétique sur le carburant circulant dans la conduite de carburant.

Okorokwo et. Al [31] ont observé une réduction des émissions de gaz d'échappement et une réduction de la consommation de carburant diesel d'un moteur diesel monocylindre à quatre temps lorsque le champ magnétique traversait le collecteur de carburant.

Govendasamy et Dhandapani [32, 33] ont étudié expérimentalement dans leurs études l'effet de l'utilisation d'un champ magnétique (9500 Gauss) sur la réduction des émissions d'échappement dans le moteur biodiesel avec recirculation des gaz d'échappement (EGR). Ils ont constaté qu'avec la présence du champ magnétique, des réductions satisfaisantes des émissions de CO et de HC avec une augmentation de 5% du rendement thermique du frein sont obtenues.

Des recherches sont encore nécessaires pour trouver le meilleur moyen d'introduire un champ magnétique soutenu dans la conduite de carburant et la chambre de combustion des moteurs thermiques. Le présent travail vise à fournir des données expérimentales pour prouver si oui ou non un champ magnétique affecte le carburant des moteurs à combustion interne. Également pour fournir des informations sur les configurations clés cruciales des bobines magnétiques qui peuvent affecter leur impact sur la conduite de carburant.

Principe du traitement magnétique du carburant

De nombreux chercheurs ont trouvé diverses causes pour que les molécules réagissent aux champs magnétiques en tournant pour s'aligner avec l'effet magnétique. Dans cette partie de l'article, nous proposons une explication pour illustrer l'effet du traitement des conduites de carburant par un champ magnétique sur le processus de combustion dans les moteurs.

1. Effet du champ magnétique sur le réalignement des molécules

Les carburants à base d'hydrocarbures, tels que l'essence ou le méthane, sont constitués de molécules composées d'atomes d'hydrogène et de carbone. L'atome d'hydrogène est constitué d'un électron et d'un proton et chaque molécule d'hydrogène est constituée de deux atomes liés par une liaison covalente. Le proton solitaire dans chaque atome d'hydrogène a un moment magnétique associé, qui peut être considéré comme étant généré par le spin du proton. Dans le modèle simplifié d'un atome, il y a deux mouvements pour les électrons, ils tournent autour de leurs propres axes (spin) et ils orbitent autour du noyau. Le spin électronique produit la grande majorité du champ magnétique d'un atome.

Si, dans une paire d'atomes d'hydrogène, les spins du proton sont alignés dans des directions opposées, la paire d'hydrogène forme ce qu'on appelle le parahydrogène. Si les spins des protons sont alignés dans la même direction, la paire d'hydrogène forme ce qu'on appelle l'orthohydrogène. L'orthohydrogène est beaucoup plus réactif que le parahydrogène.

Les molécules d'hydrocarbures forment des amas qui n'ont pas été réalignés, le carburant n'est pas activement lié à l'oxygène lors de la combustion, la molécule de carburant ou les chaînes d'hydrocarbures doivent être ionisées et réalignées. Il a été techniquement possible de dégroupier ce groupement moléculaire ou en d'autres termes d'effectuer une ionisation et un réalignement par l'application d'un champ magnétique [12]. Cela peut maximiser l'espace disponible pour que l'oxygène se combine avec l'hydrocarbure (meilleure oxydation) [13, 21].

Ainsi, lorsque le carburant traverse un champ magnétique, l'hydrocarbure change d'orientation (para à ortho qui sont caractérisés par les différents spins de noyau opposés) et les molécules d'hydrocarbure changent de configuration et finissent par s'aligner pour former un état ortho. Sous ces circonstances, la force d'attraction intermoléculaire de la molécule de carburant (la force entre les électrons et le noyau) est considérablement réduite. Cela peut réduire la viscosité du carburant à des niveaux macroscopiques et garantir que le carburant se verrouille activement avec l'oxygène et produit une combustion plus complète dans la chambre de combustion, ce qui réduit la quantité de carburant non brûlé [8].

2. Effet du champ magnétique sur la tension superficielle et la viscosité des carburants

Les caractéristiques chimiques, la taille physique des particules et d'autres caractéristiques du carburant affectent sa stabilité et son efficacité de combustion.

Les chercheurs ont découvert que le champ magnétique avait un effet sur la viscosité des liquides. La réduction de la tension superficielle et de la viscosité du carburant peut conduire à des gouttelettes plus petites dans l'éjection du carburant, ce qui améliore l'efficacité de la combustion et réduit les émissions de polluants. La réduction de la tension superficielle était une clé pour expliquer l'effet du champ magnétique sur les molécules d'eau [34].

Il a été conclu en [6] que la tension superficielle des hydrocarbures diminue avec l'augmentation de l'intensité du champ magnétique. La valeur de la tension superficielle est déterminée non seulement par la force d'attraction moléculaire mais également par l'état d'orientation moléculaire à la surface du liquide. Il a été observé par Faris et. Al [29] et Attar et. Al [35] que la tension superficielle a tendance à diminuer lorsque l'intensité du champ magnétique augmente.

Rongjia [11] ont conclu qu'un champ magnétique puissant affectera la viscosité du pétrole brut et des carburants de raffinerie, tels que l'essence et le diesel. Si le champ magnétique appliqué est une impulsion courte avec une force suffisante et une durée appropriée, la viscosité apparente de ces carburants sera réduite de manière significative. Les carburants traités verront leur viscosité augmenter progressivement et retrouveront leur valeur d'origine après plusieurs heures. Les mêmes résultats ont été obtenus lorsqu'il a étendu ses travaux à l'essence à 20 % d'éthanol et à l'essence à 10 % de MTBE (méthyl tertiobutyl éther). La théorie introduite par Rongjia suggère qu'il existe deux facteurs principaux liés au champ magnétique qui doivent être considérés pour avoir un effet sur la viscosité du carburant qui sont ; une intensité de champ magnétique critique et une durée spécifique.

Montage expérimental

Il existe deux méthodes de traitement magnétique différentes utilisées pour traiter les carburants des moteurs. Un aimant permanent est un appareil constitué de bandes multi-magnétiques organisées dans une enceinte et produisant un champ magnétique qui affecte le carburant qui le traverse. Les bobines électromagnétiques dépendent de la génération du champ magnétique à partir de l'électricité en utilisant différentes conceptions de circuits. Dans ce cas, un contrôle total de l'intensité du champ magnétique est applicable en fonction des conditions de fonctionnement.

Dans la présente étude, une série de travaux expérimentaux est présentée pour explorer l'impact du traitement magnétique du carburant sur les performances du moteur. Deux principaux types de traitements magnétiques ont été testés ; le premier type dépend d'un aimant permanent, tandis que le second type dépend d'un aimant électromagnétique.

Quatre conceptions différentes du dispositif électromagnétique ont été examinées pour explorer l'effet du nombre de bobines, du matériau, de la source d'électricité et de certains autres paramètres sur les performances du moteur.

Trois carburants ont été examinés, l'essence (indice d'octane 92) et le carburant diesel en tant que carburants liquides et le gaz naturel (GN) en tant que carburant gazeux.

Dans le présent travail, cinq bobines magnétiques différentes ont été utilisées. La première bobine est un dispositif magnétique permanent, modèle SIKE, qui est utilisé commercialement sur le marché. Les quatre autres les bobines électromagnétiques ont été fabriquées sur mesure avec les spécifications indiquées dans le tableau 1 tandis que la figure 1 montre différentes photos pour ces bobines.

Deux moteurs ont été utilisés pour cette étude. Le premier est un moteur DI-diesel (modèle SJ-65 type Peter). Le moteur est un monocylindre à quatre temps ; refroidi par eau avec une puissance maximale de 4,7 CV, un alésage de cylindre de 85 mm et une course de 110 mm. Le taux de compression du moteur est de 17:1.

Le deuxième moteur est un moteur Honda monocylindre refroidi par air de 13 CV qui est équipé d'un carburateur et a un alésage de cylindre de 88 mm et une course de 64 mm. Le taux de compression du moteur est de 8:1.

Tableau 1. Spécifications de conception des bobines électromagnétiques.

	Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4
Internal diameter (cm)	17.6	5	3.5	3.5
Core Material	Artelon	Artelon	Fiber	Iron
Number of wire turns (N)	7500	6000	500	500
Maximum current (A)	0.5	1 A	6.66	6.66
Maximum theoretical Magnetic flux intensity (mTesla)	13	24	37	37
Actual current (A)	0.3	1	4.71	4.71
Coil resistance (Ohm)	820	261	1.8	1.8
Actual Magnetic flux intensity (mTesla)	13	16.6	26.2	26.2



Coil 1



Coil 2



Coil 3



Coil 4

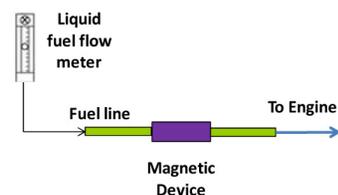


Figure 1. Photos des bobines électromagnétiques et leur position relative sur la conduite de carburant.

Les deux moteurs sont couplés à des générateurs pour charger le moteur. Deux systèmes de conversion différents sont couplés aux moteurs pour les convertir afin qu'ils fonctionnent au gaz naturel lorsque cela est nécessaire. [Annexe 1](#) montre un diagramme schématique pour le banc d'essai et le mélangeur de gaz utilisé dans le présent travail.

Sur la base des erreurs individuelles des mesures de base, il a été constaté que les erreurs maximales déterminées pour la puissance de freinage, l'efficacité thermique et la consommation spécifique de carburant sont respectivement de 5, 1,6 et 1,8 %.

Résultats et discussion

Étape 1 : Résultats du moteur diesel

[Chiffres 2](#), [3](#), [4](#) montrent les résultats obtenus à partir du moteur diesel lors de l'application d'un champ magnétique de 13 mT à 12 V (source CC) à l'aide de la bobine 1. Les figures ne montrent aucun changement significatif dans les paramètres de performance du moteur, la consommation de carburant diesel, la consommation de carburant spécifique et A/F rapport F. Cela est probablement dû à sa faible intensité de champ magnétique.

Sur la base de ces résultats, la bobine 2 a été conçue pour générer une intensité de flux magnétique de 16,6 mT à 220 V (source CA) et en même temps, elle a moins de diamètre avec une plus grande longueur pour assurer un impact plus élevé pendant plus longtemps. Des résultats similaires ont été obtenus pour tous les paramètres en utilisant cette bobine lorsque du carburant diesel est utilisé, [Chiffres 5](#), [6](#), [7](#) ou lorsque le bicarburant est utilisé, [Chiffres 8](#) et [9](#).

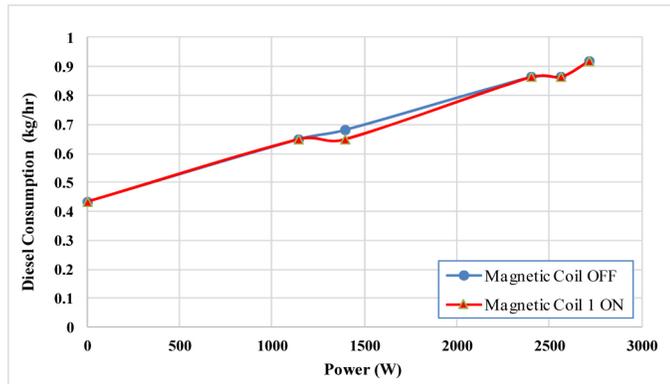


Fig. 2. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 1 sur la consommation de carburant diesel à différentes puissances de moteur.

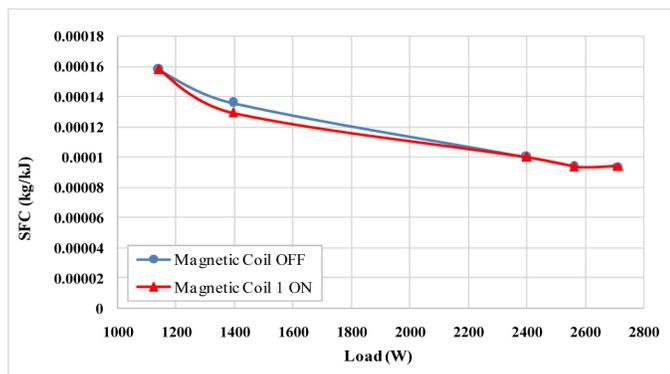


Figure 3. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 1 sur le SFC à différentes puissances de moteur.

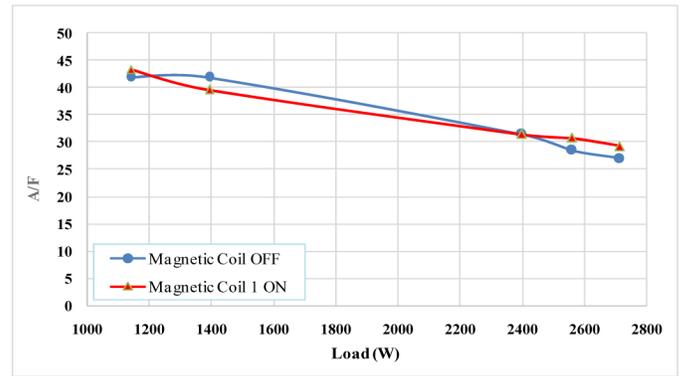


Figure 4. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 1 sur le rapport A/F à différentes puissances de moteur.

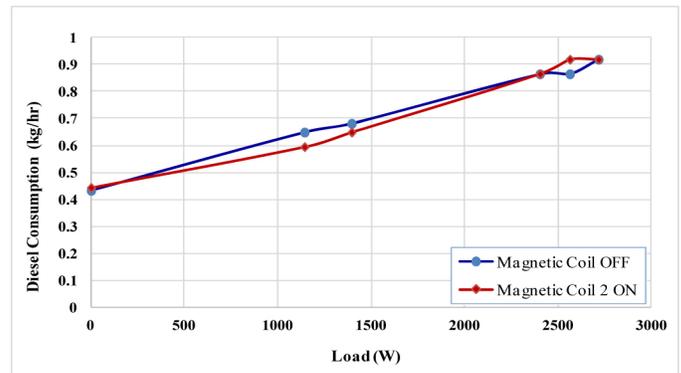


Figure 5. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 2 sur la consommation de carburant diesel à différentes puissances de moteur.

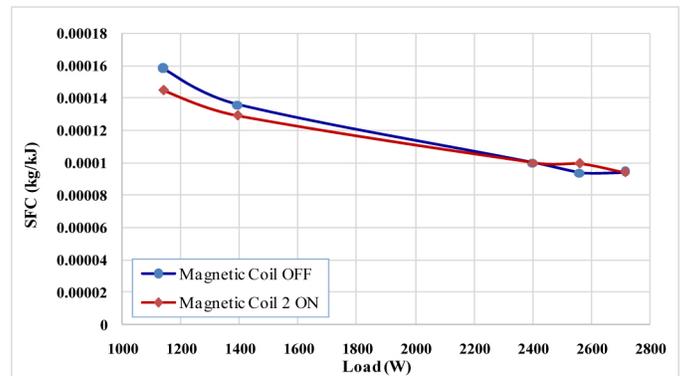


Figure 6. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 2 sur le SFC à différentes puissances de moteur.

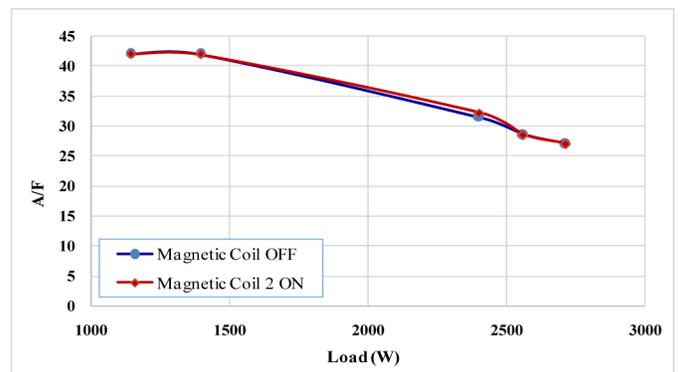


Figure 7. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 2 sur le rapport A/F à différentes puissances de moteur.

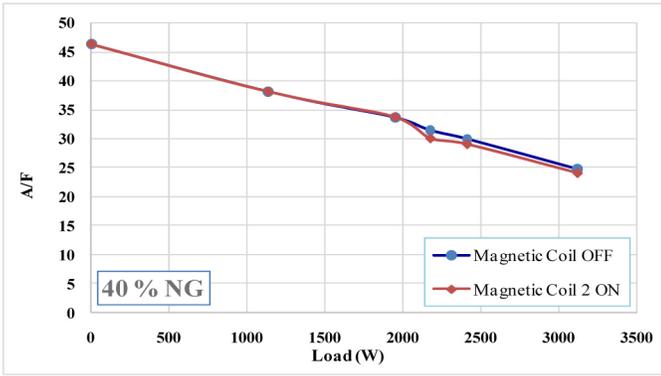


Figure 8. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 2 sur le rapport A/F en mode bi-carburant avec 40 % de gaz naturel à différentes puissances de moteur.

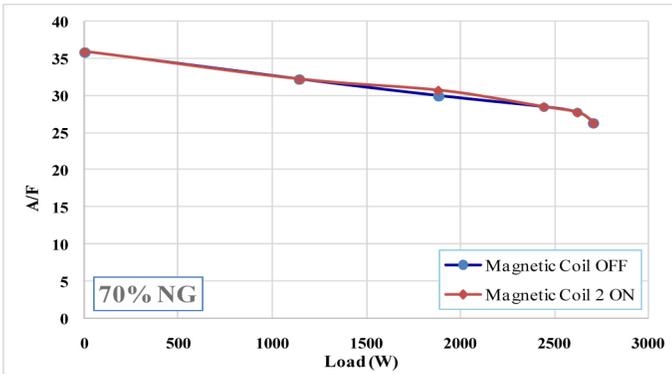


Figure 9. Effet du champ magnétique utilisant la bobine 2 sur le rapport A/F en mode bi-carburant avec 70 % de gaz naturel à différentes puissances de moteur.

Étape II : Résultats du moteur à essence

La première étape a montré que l'intensité du flux magnétique n'était pas suffisante pour affecter les propriétés du combustible. Mais il existe des limitations sur la fabrication des bobines, la conception du circuit, la température générée et par conséquent le champ magnétique de sortie.

Deux autres bobines ont été fabriquées avec des intensités plus élevées à ce stade pour produire presque le double de la valeur du flux magnétique (26,2 mT). De plus, à ce stade, l'aimant permanent est considéré et le moteur à essence a été utilisé pour mener les expériences. L'essence ordinaire (indice d'octane 92) a été obtenue sur le marché avec une composition indiquée dans Tableau 2.

Tableau 2. Composition de l'essence liquide

Aromatics	38 %
Naphthenes	6 %
Paraffins:	56 %
Iso- Paraffin	45 %
Normal- Paraffin	0.5 %
Olefins	10.5 %

Dans cette étape, la puissance nécessaire pour générer le champ magnétique (40 watts) est considérée. Figure 10 montre les réductions moyennes de la puissance du moteur (en pourcentage de la puissance de sortie) lorsque la puissance nécessaire pour générer le champ magnétique est prise en compte.

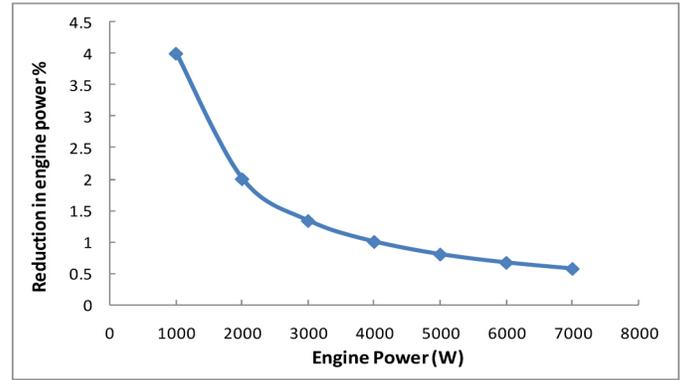


Figure 10. Réductions moyennes de la puissance du moteur (en pourcentage de la puissance de sortie) lorsque la puissance nécessaire pour générer le champ magnétique est prise en compte.

Effet du type de bobine et du matériau

Lorsque les bobines électromagnétiques (3 et 4) ont été testées avec une intensité de flux magnétique de 26,2 mT et comparées à la bobine magnétique permanente, la sortie a montré des résultats prometteurs où Figure 11 résume les résultats et les points suivants peuvent être énoncés :

- 1.-L'augmentation moyenne de la puissance du moteur est de 3,63% lorsque en utilisant la bobine permanente sur la plage de vitesse et de puissance utilisée dans la présente enquête.
- 2.-L'utilisation d'une bobine de fer dans les mêmes conditions augmente la puissance du moteur par rapport à la bobine de fibre et cela peut s'expliquer par la capacité du fer à collecter et à concentrer les ondes électromagnétiques, ce qui signifie que le matériau de la bobine est un facteur important affectant les performances du système. Malgré cette amélioration de l'effet de bobine sur la puissance du moteur lorsque la bobine de fer a été utilisée, il existe un effet secondaire qui augmente la température de la bobine. L'augmentation de la température de la bobine peut brûler la bobine. En conséquence, il existe des limites à l'utilisation d'une bobine de fer à flux variable ou contrôlable.
- 3.-En utilisant les deux bobines en série (double bobine) produit le effet maximal comme indiqué dans Figure 11. La raison derrière cela est les propriétés des ondes magnétiques produites là où la double bobine a deux propriétés : la première est la nature du flux magnétique qui est affectée par les spécifications des deux bobines et la seconde est la longueur totale qui est augmentée lors de l'utilisation des deux bobines ensemble.

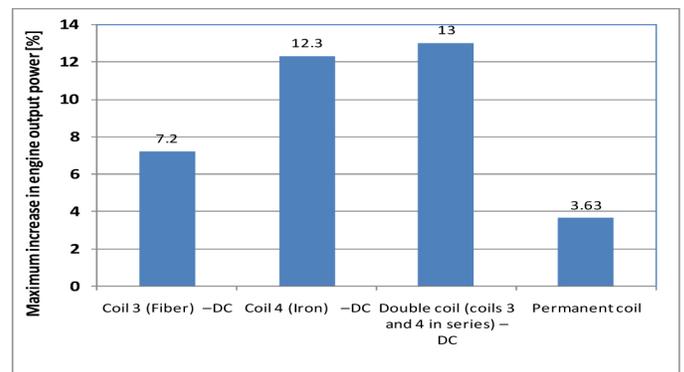


Figure 11. Augmentation maximale de la puissance de sortie (%) au même régime moteur pour différents types de bobines magnétiques

Effet de la source de courant, AC ou DC

Un autre paramètre important à explorer est l'effet de la nature du courant utilisé. Le courant alternatif de la source principale était utilisé accompagné d'un circuit approprié, tandis que la batterie du moteur était utilisée pour fournir le courant continu à un autre circuit approprié.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux sources observées pour les deux bobines testées à différentes puissances et vitesses de moteur comme indiqué dans [Figure 12](#). Ce résultat a été confirmé en [Figure 13](#) où il n'y a pas de changement effectif de la consommation de carburant lorsque la double bobine a été utilisée à différentes puissances de moteur.

À partir de ces observations, on peut conclure qu'il n'y a pas de différence entre les effets de l'utilisation du courant alternatif ou continu sur la puissance de sortie du moteur. En réalité, la source DC est plus pratique dans les applications moteur. En conséquence, il sera pris en compte dans la suite des travaux en cours.

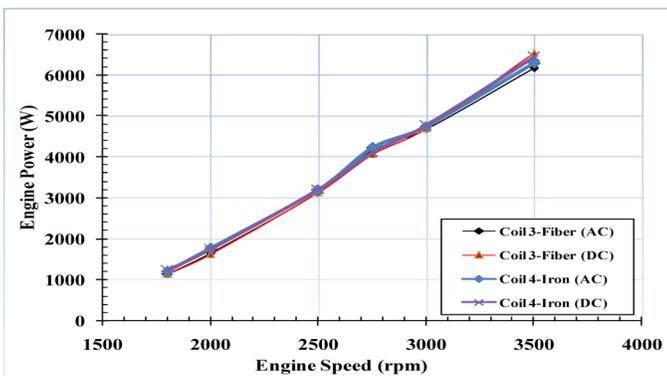


Figure 12. Effet de la source de courant sur la puissance de sortie du moteur à l'aide des bobines de fer et de fibre.

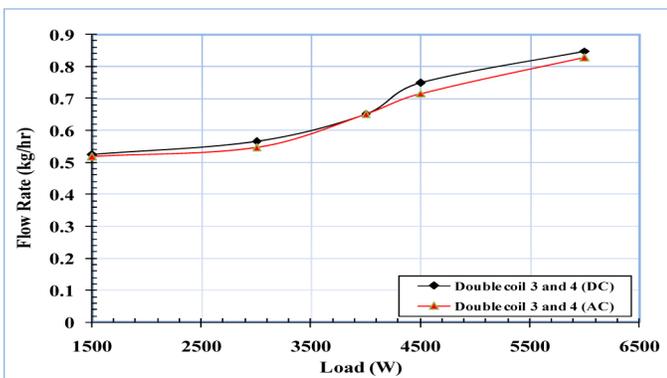


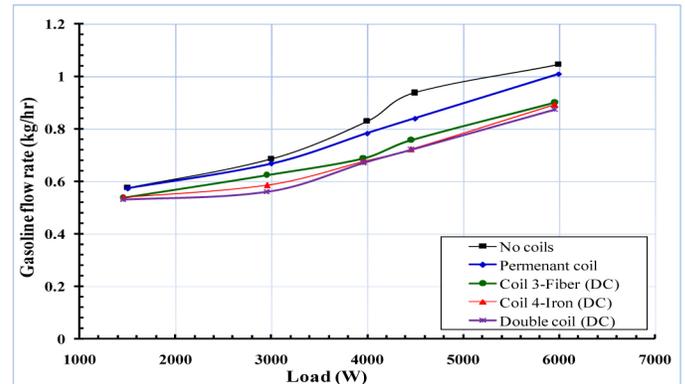
Figure 13. Effet de la source de courant sur la puissance de sortie du moteur en utilisant une double bobine (bobines de fer et de fibre en série)

Impact du traitement magnétique sur le carburant liquide (essence)

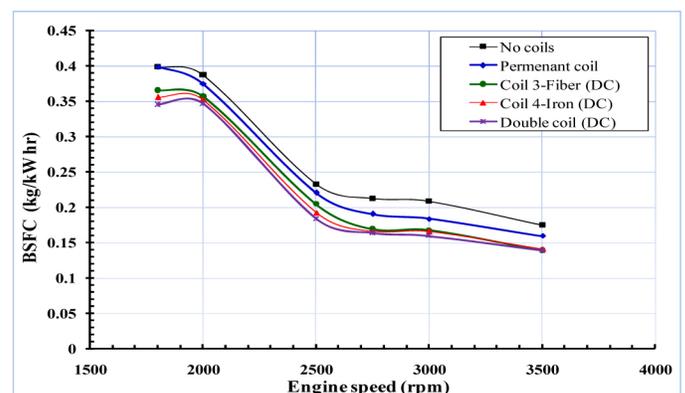
[Illustration 14.a](#) montre l'impact du champ magnétique (source de courant continu) sur la consommation de carburant du moteur à différentes charges du moteur. La vitesse du moteur a été maintenue constante pendant chaque valeur de puissance tandis que la position d'étranglement a été ajustée pour obtenir la même vitesse et la même puissance.

La figure montre que pour une même puissance il y a une réduction de la consommation de carburant lors de l'utilisation du traitement magnétique du carburant. Comme on le voit clairement, l'utilisation d'une double bobine a un meilleur effet sur la consommation de carburant où une réduction de 15,5 % peut être obtenue par rapport à 2,5 % lors de l'utilisation de la bobine permanente à une charge maximale de 6 kW.

L'effet du traitement magnétique sur le BSFC du moteur est illustré à la [figure 14.b](#) pour les bobines étudiées. Comme on le voit clairement sur la figure, il y a une réduction notable de BSFC lorsque l'effet magnétique est pris en compte même pour un aimant permanent.



14.a. débit de carburant



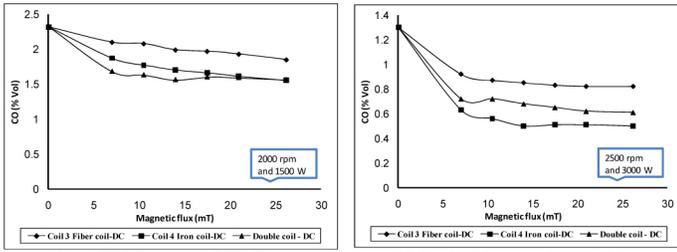
14.b. BSFC

Figure 14. Effet du traitement magnétique sur (a) le débit de carburant et (b) le BSFC en utilisant le courant continu à différents régimes et charges du moteur.

[Chiffres 15](#), [16](#), et [17](#) représentent l'effet de l'intensité du flux magnétique généré par la source de courant continu sur les émissions de CO, HC et NO pour les trois bobines à deux puissances de sortie différentes (1500W, 3000W). Les résultats suivants peuvent être observés à partir des figures :

- Une relation assez linéaire entre l'intensité du flux magnétique et les émissions du moteur pour les trois bobines.
- La double bobine représente le meilleur choix en raison de son effet sur la diminution des émissions de CO, HC et NO qui atteignent respectivement 61,5, 53 et 50 % au flux maximum par rapport à leur point initial (pas d'effet magnétique).
- Il n'y a pas de changement significatif dans les émissions de NO entre les trois bobines par rapport au CO et aux HC. Cela peut s'expliquer par la dépendance de la formation de NO sur les températures de fonctionnement qui sont affectées par le moteur

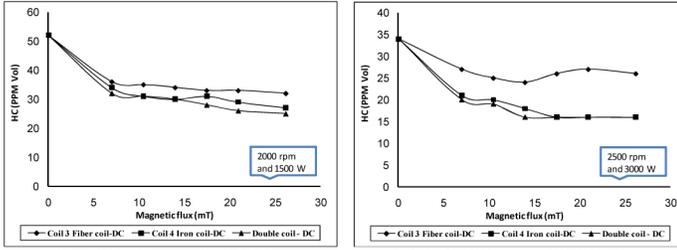
pouvoir.



15.a 2000 rpm, 1500 W.

15.b 2500 rpm, 3000 W.

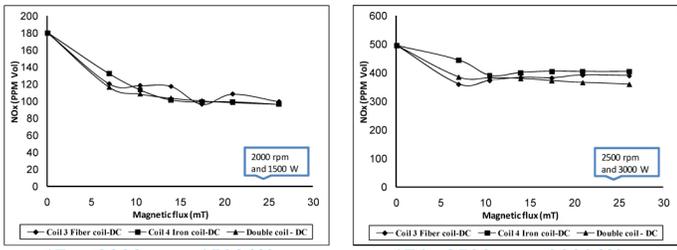
Figure 15. Effet du traitement magnétique sur l'émission de CO en utilisant du courant continu pour différentes puissances et vitesses de sortie.



16.a 2000 rpm, 1500 W.

16.b 2500 rpm, 3000 W.

Figure 16. Effet du traitement magnétique sur l'émission de HC en utilisant du courant continu pour différentes puissances et vitesses de sortie.



17.a 2000 rpm, 1500 W.

17.b 2500 rpm, 3000 W.

Figure 17. Effet du traitement magnétique sur les émissions de NOx en utilisant le courant continu pour différentes puissances et vitesses de sortie.

Impact du traitement magnétique sur les combustibles gazeux (gaz naturel)

Dans la présente section, l'effet du champ magnétique sur les combustibles gazeux (NG) est présenté. La plupart des paramètres liés aux performances du moteur sont à nouveau discutés lors de l'utilisation du gaz naturel comme carburant du moteur, mais dans ce cas, l'investigation est limitée à la double bobine qui s'est avérée avoir de meilleurs résultats.

Chiffres 18 et 19 montrent l'impact de l'utilisation du double coil sur le taux de consommation de carburant et le BSFC. Les résultats montrent une augmentation de 2,5 à 7 % de la puissance du moteur au même débit de carburant ou une réduction d'environ 4 à 10 % de la consommation de carburant à la même puissance, tandis qu'une réduction de 6,5 à 13,8 % du BSFC est obtenue.

L'effet du traitement magnétique sur les émissions de HC, CO et NO en utilisant le GN comme combustible est indiqué dans Figure 20. Les réductions maximales des émissions de CO, HC et NO pour les trois charges testées sont résumées dans Tableau 4.

La comparaison montre que le traitement magnétique est plus efficace sur le carburant essence que sur le carburant GN ce qui s'explique par la tendance des molécules de carburant liquide à changer leur organisation aléatoire vers une structure plus simple qui simplifie les réactions de combustion. D'autre part, il n'est pas facile de forcer les molécules gazeuses à conserver leurs nouvelles positions pendant une longue période de temps. En conséquence, la perte de l'effet magnétique sur les combustibles gazeux est plus rapide que sur les combustibles liquides. De la discussion précédente, on peut conclure que l'utilisation d'un traitement magnétique du combustible améliore la combustion

caractéristiques du gaz naturel qui se traduit par une meilleure combustion et une réduction des émissions de gaz d'échappement du moteur. Cette réduction peut atteindre 50 % ou plus dans certaines de ces émissions.

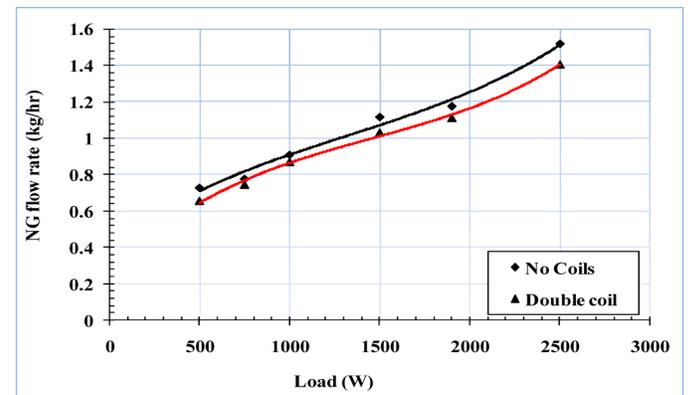


Figure 18. Effet du traitement magnétique sur le débit de carburant du moteur à l'aide de GN.

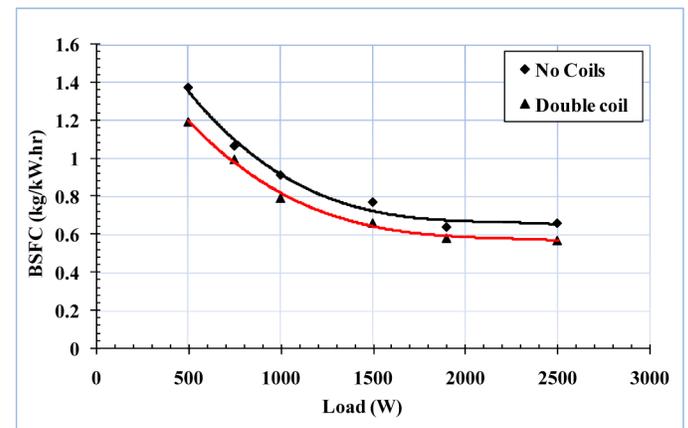
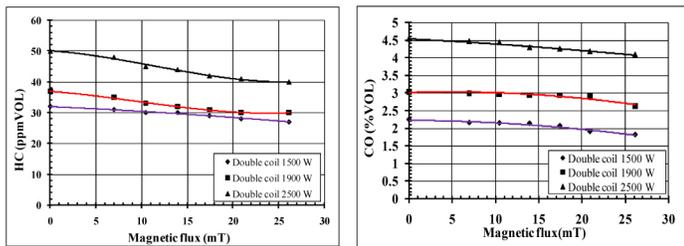
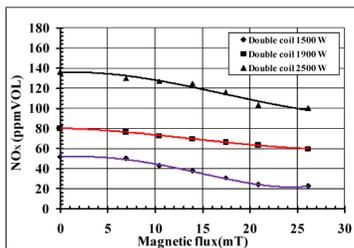


Figure 19. Effet du traitement magnétique sur BSFC à l'aide de NG.



20.a HC

20.b CO



20.c NO_x

Figure 20. Effet du traitement magnétique sur le CO, les HC et les NO_x lors de l'utilisation du GN à 1 500, 1 900, 2 500 watts et à des vitesses variables.

Tableau 4. Réductions maximales des émissions des moteurs lorsque le GN était utilisé comme carburant.

Polluant	Maximum reduction		
	1500W	1900W	2500W
CO	15.5%	19%	20%
HC	19.1%	13.5%	9.7%
NO _x	55.5%	25%	26.4%

Conclusion

Le traitement magnétique du combustible devient une alternative importante pour améliorer les caractéristiques de combustion dans les fours ou les moteurs à combustion. Ce procédé de traitement physique du combustible est une méthode peu coûteuse et facile à mettre en place. Cependant, l'examen de la littérature disponible introduit souvent des résultats contradictoires. Les présents résultats expérimentaux ont montré que le traitement magnétique du carburant a un impact sur les performances du moteur.

Dans la présente étude, deux séries principales d'expériences ont été réalisées ; le premier ensemble était axé sur l'exploration de l'impact du traitement magnétique du carburant sur les performances d'un moteur CI utilisant des carburants diesel et gaz naturel, tandis que le second ensemble concernait les performances d'un moteur SI fonctionnant à l'essence et au gaz naturel.

Deux principaux types de traitements magnétiques ont été testés ; le premier type dépend d'un aimant permanent, tandis que le second type dépend d'un aimant électromagnétique. Quatre conceptions différentes ayant des caractéristiques différentes pour le dispositif électromagnétique ont été examinées

De la discussion des résultats, on peut tirer les conclusions suivantes :

1. La conception de la bobine magnétique a un effet considérable sur les paramètres mesurés par les moteurs. Le matériau de la bobine, l'intensité du flux magnétique, la source de courant sont quelques exemples de ces paramètres de conception. La différence entre le courant alternatif et le courant continu sur les paramètres de performance du moteur est négligeable.
2. Le traitement magnétique du carburant a un effet acceptable sur les performances du moteur à essence. La consommation de carburant a été réduite jusqu'à 15,5 % dans certaines conditions de fonctionnement.
3. Une réduction des polluants du moteur a été clairement observée lorsque le champ magnétique a été appliqué pour atteindre 50 % ou plus selon les conditions de fonctionnement et la conception de la bobine.
4. Une plus grande influence du traitement magnétique du carburant a été enregistrée pour l'essence en tant que carburant liquide par rapport au carburant diesel et au gaz naturel.
5. Les bobines électromagnétiques qui produisent de faibles intensités magnétiques basées sur des sources de courant continu (similaires à celles utilisées dans le présent travail) consomment une puissance faible ou négligeable.

Les références

1. Kwartz Michael J.; "Dispositif pour moteurs à combustion interne", United States Patent Office n°3, 116,726, breveté le 7 janvier 1964.
2. Miller Doyle H. ; "Process and appareil for effecting efficient combustion", United States Patent Office no.3, 830,621, breveté le 20 août 1974.
3. Sanderson Charles H. ; « Dispositif de traitement magnétique de l'eau et des combustibles liquides et gazeux », États-Unis Office des brevets n° 4, 357 237, breveté le 2 novembre 1982.
4. Heckel Karl; "Dispositif d'économie de carburant électromagnétique", Office des brevets des États-Unis n° 4, 381 754, breveté le 3 mai 1983.
5. Brown Bill H.; Dispositif et méthode de traitement du carburant », Office des brevets des États-Unis n° 4, 429 665, breveté le 7 février 1984.
6. Chow Edward ; "Fuel processing device", United States Patent Office n°4, 461,262, breveté le 24 juillet 1984.
7. Loup Carl; "Appareil de traitement de carburant liquide", Office des brevets des États-Unis n° 4, 469 076, breveté le 4 septembre 1984.
8. Wakuta Koichi ; "Méthode de combustion du carburant dans un moteur à combustion interne et son appareil", Office des brevets des États-Unis n° 4, 538 582, breveté le 3 septembre 1985.
9. Mitchell John; « Magnetic fuel line device », Office des brevets des États-Unis n° 4, 572 145, breveté le 25 février 1986.
10. Walker Claud W. ; « Pollution control through fuel treatment », Office des brevets des États-Unis n° 4, 715 325, brevet déc. 29, 1987.
11. Song Ben C. ; "Dispositif de traitement magnétique des carburants hydrocarbonés" ; Office des brevets des États-Unis n° 4, 933 151, breveté le 12 juin 1990.
12. Jone Wallace R. ; "Dispositif de traitement de carburant" ; Office des brevets des États-Unis n° 4, 930 483, breveté le 5 juin 1990.

13. Daywalt Clark L. ; "Dispositif de traitement de carburant" ; Office des brevets des États-Unis n° 5, 048 499, breveté le 17 septembre 1991.
14. Richard Charlie W. ; "Méthodes, compositions et dispositif de traitement de carburant" ; Office des brevets des États-Unis n° 5, 069 190, breveté le 3 décembre 1991.
15. Janczak Andrew et Krensel Edward ; "Système de cellule de puissance magnétique permanent pour le traitement des conduites de carburant pour une combustion plus efficace et moins de pollution" ; Office des brevets des États-Unis n° 5, 124 045, breveté le 23 juin 1992.
16. Dalupin Romulo V. ; "Appareil magnétique pour le traitement du carburant" ; Office des brevets des États-Unis n° 5, 127 385, breveté le 7 juillet 1992.
17. Pascal Cerveau ; "Dispositif de conditionnement de carburant" ; Office des brevets des États-Unis n° 5, 533 490, breveté le 9 juillet 1996.
18. Butt David J.; « Dispositif de modification des carburants hydrocarbonés et procédé d'amélioration des caractéristiques de combustion des carburants » ; Office des brevets des États-Unis n° 6, 024 073, breveté le 9 juillet 2000.
19. Jain Shweta, Deshmukh Suhas, "Experimental Investigation of Magnetic Fuel Conditioner (MFC) engine in IC", IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) ISSN : 2250-3021 Volume 2, Numéro 7 (juillet 2012), PP 27-31.
20. Barth Edward A., "EPA Evaluation of the PETRO-MIZER Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", rapport de l'EPA, EPA-AA-TEB-511-83-2, décembre 1982.
21. Barth Edward A., "EPA Evaluation of the POLARION-X Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", rapport de l'EPA, EPA-AA-TEB-511-82-9, août 1982.
22. Barth Edward A., "Second EPA Evaluation of the POLARION-X Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", rapport de l'EPA, EPA-AA-TEB-511-85-2, avril 1985.
23. Ashby H. Anthony, "EPA Evaluation of the Super-Mag Fuel Extender under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", rapport de l'EPA, EPAAATEB-511-82-3, janvier 1982.
24. Shelton John C., "EPA Evaluation of the Wickliff Polarizer under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", rapport de l'EPA, EPA-AA-TEB-511-81-17, juin 1981.
25. Ra'Khalil ad A., "Réduction des émissions de polluants dans les moteurs à mélange éthanol-essence avec conditionnement magnétique du carburant", Université de Mossoul, Faculté d'ingénierie, Département de génie mécanique, Mossoul.
26. Ugare Vivek, Bhave Nikhil, Lutade Sandeep, « Performance du moteur à allumage commandé sous l'influence du champ magnétique », Journal international de recherche en génie aéronautique et mécanique, Vol.1 Numéro 3, juillet 2013. P : 36- 43
27. El Fatih Farrag A., sabre Gad M., « Effect of Fuel Magnetism on Engine Performance and Emissions », Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(12) : 6354-6358, 2010, ISSN 1991-8178
28. Habbo ARA, Khalil Raad A., Hammoodi Hassan S., "Effet de la magnétisation du carburant sur les performances d'un moteur SI", Al-Rafidain Engineering Journal, Vol. 19. Non. 6, 2011.
29. Farisa Ali S., Al-Naserib Saadi K., Jamal Nather, Isse Raed, Abed Mezher, Fouad Zainab, Kazim Akeel, Reheem Nihad, Chalooob Ali, Mohammad Hazim, Jasim Hayder, Sadeq Jaafar, Salim Ali, Abas Aws, "Effets du champ magnétique sur la consommation de carburant et les émissions d'échappement dans les moteurs à deux temps", Energy Procedia 18 (2012) 327-338
30. Al-Khaleedy Ali A. Jazie, « Hautes performances et faibles émissions polluantes d'un carburant diesel traité utilisant un champ magnétique », Al-Qadisiya Journal for Engineering Sciences ; Vol. 1, p. 2, 2008.
31. Okoronkwo C. A, Nwachukwu, CC, Ngozi-Olehi LC et Igbokwe, JO, "L'effet de la densité de flux électromagnétique sur l'ionisation et la combustion du carburant (Un projet de conception économique)", American Journal of Scientific and Industrial Research ,2010, 1(3): 527-531.
32. Govindasamy P., Dhandapani S.. Réduction des émissions de NOx dans un moteur biodiesel avec recirculation des gaz d'échappement et conditionnement magnétique du carburant. Conférence internationale sur le développement durable, défis et opportunités pour les GM [12-14 déc. 2007].
33. Govindasamy P. et Dhandapani S., "Effets de l'EGR et du système de traitement du carburant magnétique sur les caractéristiques d'émission du moteur dans un moteur à biocarburant", Actes de la Conférence internationale sur le génie mécanique 2009, (ICME2009) 26-28 décembre 2009, Dhaka , Bangladesh, ICME09-TH-01
34. Abdel-Rehim, A., El-Nagar, K., Abdel-Aziz, R., et Maarouf, H., "Une étude expérimentale de l'effet du champ magnétique sur les propriétés de l'eau de refroidissement du moteur", *SAE Int. J. Passeng. Voitures - Électron. Électr. Syst.*4(1):80-87, 2011, doi : [10.4271/2011-01-0073](https://doi.org/10.4271/2011-01-0073) .
35. Attar Ajaj; Tipole Pralhad ; Bhojwani Virendra, "Enquête expérimentale sur l'effet du champ magnétique sur le réfrigérant hydrocarbure dans le cycle de compression de vapeur", International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 2 Numéro 8, août 2013.

Coordonnées

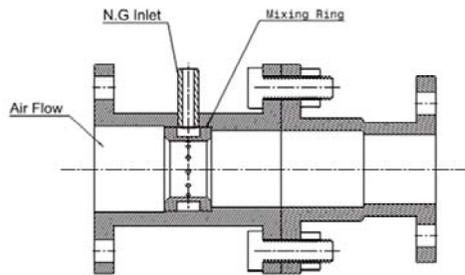
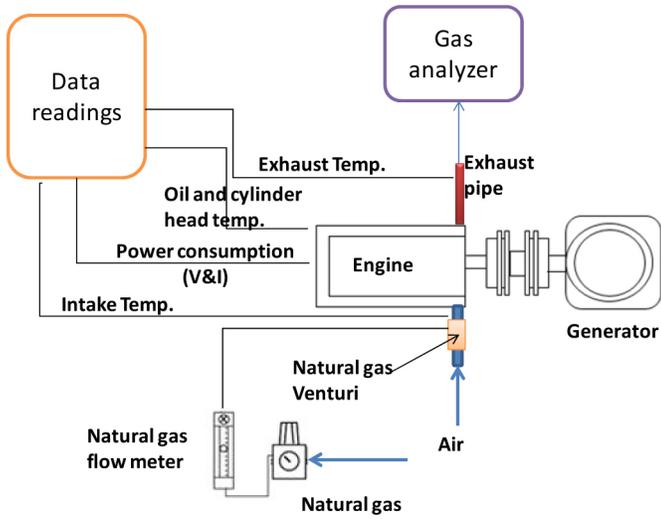
Ahmed A. Abdel-Rehim(Auteur correspondant)
 Université Benha, Faculté d'ingénierie Shoubra du
 Caire, Égypte
draaaus@yahoo.com

En congé d'affaires à la British University in Egypt (BUE), Le
 Caire, Égypte.

Ahmed.azim@bue.edu.eg

ANNEXE

Annexe 1 Schéma de principe du banc d'essai et du mélangeur de gaz naturel.



L'Engineering Meetings Board a approuvé la publication de cet article. Il a terminé avec succès le processus d'examen par les pairs de SAE sous la supervision de l'organisateur de la session. Le processus nécessite un minimum de trois (3) examens par des experts de l'industrie.

Tous les droits sont réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système de récupération ou transmise, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, photocopie, enregistrement ou autre, sans l'autorisation écrite préalable de SAE International.

Les positions et opinions avancées dans cet article sont celles des auteurs et pas nécessairement celles de SAE International. L'auteur est seul responsable du contenu de l'article.

ISSN 0148-7191

<http://papers.sae.org/2014-01-1398>

Does Magnetic Fuel Treatment Affect Engine's Performance?

2014-01-1398
Published 04/01/2014

Ahmed A. Abdel-Rehim and Ahmed A.A. Attia

Benha University

CITATION: A. Abdel-Rehim, A. and A.A. Attia, A., "Does Magnetic Fuel Treatment Affect Engine's Performance?," SAE Technical Paper 2014-01-1398, 2014, doi:10.4271/2014-01-1398.

Copyright © 2014 SAE International

Abstract

The effect of magnetic field has attracted many researchers to investigate the impact of this type of force on different applications such as combustion and water. Different systems supported by many patents were introduced to the market to treat these applications.

In the present study, a series of experiments were conducted to explore the impact of magnetic fuel treatment on engine performance. The magnetic field was produced from two different sources based on permanent and electromagnetic coils.

Two engines with different configurations were used. Three fuels were tested, gasoline and diesel as liquid fuels and natural gas as a gaseous fuel. Vast numbers of experiments at different operating conditions were conducted on the two engines. Fuel consumption, output power, and exhaust emissions were analyzed under the exposure of magnetic field. Gasoline was the most affected fuel while other fuels showed less or negligible effect. Magnetic field strength was a key parameter to have any impact on engine performance. Promising results were obtained evidenced by the reduction in engine fuel consumption and main pollutants.

Introduction

Many ideas for fuel conditioning have been proposed based on different techniques such as filters, catalysts, additives, etc. Many inventors propose fuel saving products based on the idea that combustion can be improved by treating the fuel with a magnetic field. Several US patents have shown that magnetic field can improve complete combustion, but there is no strong experimental data to support their claims [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18].

Technologies have ranged from simple clamp-on magnets to a variety of electric and electronic devices. Many of these products have met with limited success because there are a number of factors to take into account and variables to accommodate. For example, a device that applies a constant magnetic field of a constant strength will have a limited effect because different fuels can be fed at different rates through pipes of different materials, thicknesses and bores. Thus it can be concluded that the required magnetic field strength is a function of engine size based on fuel type and consumption [19].

Therefore, a somewhat more sophisticated approach is required. For these reasons, the US Environmental Protection Agency (EPA) has published many reports, after testing some of these devices, to conclude that vehicles equipped with these devices (permanent magnets) do not show any improvement in fuel economy or engine emissions [20,21,22,23,24].

Literature Review

Studies related to the effect of magnetic field on the fuel of IC engines are gaining importance in the last few years in order to reduce the fuel consumption and the engine emissions and/or improve the output power.

The experimental investigation conducted in [25] indicated that by applying a magnetic field (2000 Gauss) to the fuel supply line of an IC engine working with a leaded gasoline and 10 % ethanol, reductions of 68.8 %, 15 %, and 42.5 % in CO, CO₂ and HC respectively were obtained. This was combined to an improvement in engine performance by about 8.6 % in brake thermal power, 3.6 % in thermal efficiency, and 3.2 % reduction in BSFC. Running the engine with a 1000 Gauss magnetic coil shows better results concerning brake thermal efficiency and brake specific fuel consumption than that with 2000 Gauss.

The work conducted by [26] on the effect of magnetic field (5000 gauss strength) to study the performance of a SI engine revealed that the fuel consumption is reduced by 12 % while the reductions in HC and CO are about 27% and 11 % respectively. On the other hand, the NO_x and CO_2 levels in the engine increased by about 19% and 7 % respectively with the application of magnetic field.

The experiments conducted by El Fatih et. al [27] revealed that the magnetic field of a permanent magnet used on gasoline fuel feeding system attached to internal combustion engine results in a reduction of up to 15% in fuel consumption. The percentages of CO and NO emissions were reduced at all idling speed by up to 7% and 30% respectively.

Two magnetic coils with different intensities (1000 and 2000 Gauss) were tested by Raad et. al [28] at specific operating conditions of speed, throttle opening and ignition timing of a SI engine. The results showed that the thermal efficiency and the engine power increased by 4 % and 3.3 % respectively when a magnetic coil of 1000 Gauss is used. The corresponding reduction in the specific fuel consumption was 12.8 %. However, when the magnetic coil of 2000 Gauss is used the brake power is increased nearly by 16.4 % and the thermal efficiency showed an improvement of about 7.6 % while the specific fuel consumption is decreased by 21.3 %. The exhaust gas emissions showed reductions of about 80 % and 44 % in CO and HC respectively when the magnetic coil of 1000 Gauss is used. Further reductions of about 90 % and 58 % in CO and HC are obtained when the magnetic coil of 2000 Gauss is used.

In their study, Faris et. al [29] found that the use of magnetic field impacted the fuel consumption and exhaust emissions of a two stroke engine. The fuel saving is ranged between 9-14 % depending on the magnetic field intensity as well as the engine speed. Up to 30% and 40% reductions in HC and CO emissions were recorded respectively. On the other hand an increase of up to 10% in CO_2 was recorded.

Al-Khaledy [30] observed an improvement in the combustion efficiency and reduction in exhaust pollutants when the engine's fuel line was lined with permanent magnets. He attributed it to the transformation of the hydrogen ion in the hydrocarbon from parahydrogen to orthohydrogen which is more unstable and reactive as a result of the influence of magnetic field on the fuel flowing in the fuel line.

Okoronkwo et. al [31] observed a reduction in exhaust gas emissions and reduction in diesel fuel consumption of a single cylinder, four stroke diesel engine when magnetic field was passed through the fuel manifold.

Govendasamy and Dhandapani [32, 33] investigated experimentally in their studies the effect of using magnetic field (9500 Gauss) on the reduction of exhaust emissions in Biodiesel engine with exhaust gas recirculation (EGR). They found that with the presence of the magnetic field, satisfactory reductions in CO and HC emissions with an increase of 5% in the brake thermal efficiency are obtained.

Research is still needed to find the best way to introduce a sustained magnetic field in the fuel line and combustion chamber of IC engines. The present work aims at providing experimental data to prove whether or not a magnetic field affects the fuel of internal combustion engines. Also to provide some information on the crucial key configurations of magnetic coils which can affect their impact on the fuel line.

Principle of Magnetic Fuel Treatment

Many researchers have found a variety of causes for molecules to respond to magnetic fields by rotating to align themselves with magnetic effect. In this part of the paper we offer an explanation to illustrate the effect of treating fuel lines by a magnetic field on the process of combustion in engines.

1. Effect of Magnetic Field on Molecules Realignment

Hydrocarbon fuels, such as gasoline or methane, consist of molecules made up of hydrogen and carbon atoms. The hydrogen atom consists of an electron and a proton and each hydrogen molecule is made up of two atoms linked by a covalent bond. The lone proton in each atom of hydrogen has an associated magnetic moment, which can be viewed as being generated by the proton's spin. In the simplified model of an atom, there are two movements for the electrons, they rotate about their own axes (spin) and they orbit the nucleus. Electron spin produces the vast majority of an atom's magnetic field.

If, in a pair of hydrogen atoms, the proton spins are aligned in opposite directions, the hydrogen pair forms what is known as parahydrogen. If the proton spins are aligned in the same direction, the hydrogen pair forms what is known as orthohydrogen. Orthohydrogen is much more reactive than parahydrogen.

Hydrocarbon molecules form clusters which have not been realigned, the fuel is not actively interlocked with oxygen during combustion, the fuel molecule or hydrocarbon chains must be ionized and realigned. It has been technically possible to de-cluster this molecular grouping or in other words perform ionization and realignment through the application of magnetic field [12]. This can maximize the space available for oxygen to combine with hydrocarbon (better oxidation) [13, 21].

Thus when the fuel flows through a magnetic field the hydrocarbon change their orientation (para to ortho which are characterized by the different opposite nucleus spins) and molecules of hydrocarbon change their configuration and finally flip into alignment to form ortho state. Under these circumstances, intermolecular attraction force of fuel molecule (the force between electrons and nucleus) is considerably reduced. This can reduce the fuel viscosity at macroscopic levels and ensure that the fuel actively interlocks with oxygen and produces a more complete burn in the combustion chamber which reduces the amount of unburned fuel [8].

2. Effect of Magnetic Field on Surface Tension and Viscosity of Fuels

The chemical characteristics, physical size of particles and other features of the fuel affect its stability and combustion efficiency.

Researchers have found magnetic field to have an effect on the viscosity of liquids. The reduction of surface tension and viscosity of fuel may lead to smaller droplets in the fuel ejection, which will improve the combustion efficiency and reduce pollutant emission. The reduction of surface tension was a key to explain the effect of magnetic field on water molecules [34].

It was concluded in [6] that the surface tension of the hydrocarbons decreases with the increase of the magnetic field intensity. The value of surface tension is determined not only by molecular attraction force but also by molecular orientation state on the liquid surface. It was observed by Faris et. al [29] and Attar et. al [35] that the surface tension tends to decrease as the magnetic field intensity increases.

Rongjia [11] concluded that a strong magnetic field will affect the viscosity of crude oil and refinery fuels, such as gasoline and diesel. If the applied magnetic field is a short pulse with sufficient strength and suitable duration, the apparent viscosity of these fuels will be reduced significantly. The treated fuels will have their viscosity gradually increasing and return to the original value after several hours. The same results were obtained when he extended his work to cover gasoline with 20 % ethanol and gasoline with 10% MTBE (methyl tertiary butyl ether). The theory introduced by Rongjia suggests that there are two main factors related to the magnetic field which have to be considered to have an effect on the viscosity of the fuel which are; a critical magnetic field strength, and a specific duration. These factors depend on the property of each individual fuel.

Experimental Setup

There are two different magnetic treatment methods used to treat engine fuels. A permanent magnet is a device which consists of multi-magnetic strips organized in an enclosure and produces a magnetic field which affects the fuel passes through it. Electromagnetic coils depend on generating the magnetic field from electricity using different circuit designs. In this case full control on the magnetic field strength is applicable depending on the operating conditions.

In the present study, a series of experimental work is introduced to explore the impact of fuel magnetic treatment on engine performance. Two main types of magnetic treatments were tested; the first type is depending on a permanent magnet, while the second type depends on an electromagnetic magnet.

Four different designs for the electromagnetic device were examined to explore the effect of number of coils, material, source of electricity and some other parameters on engine performance.

Three fuels were examined, gasoline (92 Octane Number) and Diesel fuel as liquid fuels and natural gas (NG) as a gaseous fuel.

In the present work five different magnetic coils were used. The first coil is a permanent magnetic device, SIKE model, which is used commercially in the market. The other four electromagnetic coils were custom made with specifications shown in Table 1 while Figure 1 shows different photos for these coils.

Two engines were utilized for this study. The first one is a DI-diesel engine (model SJ-65 Peter type). The engine is a singlecylinder, four strokes; water cooled with a maximum power of 4.7 HP, a cylinder bore of 85 mm, and a stroke of 110 mm. The compression ratio of the engine is 17:1.

The second engine is a single-cylinder, air cooled 13 HP Honda engine which is equipped by a carburetor and has a cylinder bore of 88 mm and a stroke of 64 mm. The compression ratio of the engine is 8:1.

Table 1. Design specifications of Electromagnetic coils.

	Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4
Internal diameter (cm)	17.6	5	3.5	3.5
Core Material	Artelon	Artelon	Fiber	Iron
Number of wire turns (N)	7500	6000	500	500
Maximum current (A)	0.5	1 A	6.66	6.66
Maximum theoretical Magnetic flux intensity (mTesla)	13	24	37	37
Actual current (A)	0.3	1	4.71	4.71
Coil resistance (Ohm)	820	261	1.8	1.8
Actual Magnetic flux intensity (mTesla)	13	16.6	26.2	26.2



Coil 1



Coil 2



Coil 3



Coil 4

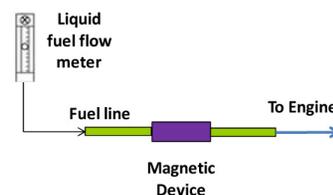


Figure 1. Electromagnetic coils photos and their relative position on the fuel line.

Both engines are coupled to generators to load the engine. Two different conversion systems are coupled to the engines to convert them to run on natural gas when it is needed. [Appendix 1](#) shows a schematic diagram for the test rig and the gas mixer used in the present work.

Based on the individual errors of basic measurements, it was found that the maximum errors determined for brake power, thermal efficiency and specific fuel consumption are 5, 1.6, and 1.8 percent respectively.

Results and Discussion

Stage I: Diesel Engine Results

[Figures 2, 3, 4](#) show the results obtained from the diesel engine when applying a magnetic field of 13 mT at 12 V (DC source) using coil 1. The Figures show no significant change in the engine's performance parameters, diesel fuel consumption, specific fuel consumption, and A/F ratio. This is most likely due to its low magnetic field intensity.

Based on these results, coil 2 was designed to generate magnetic flux intensity of 16.6 mT at 220 V (AC source) and at the same time it has less diameter with longer length to ensure higher impact for longer time. Similar results were obtained for all parameters using this coil when diesel fuel is used, [Figures 5, 6, 7](#) or when dual fuel is used, [Figures 8 and 9](#).

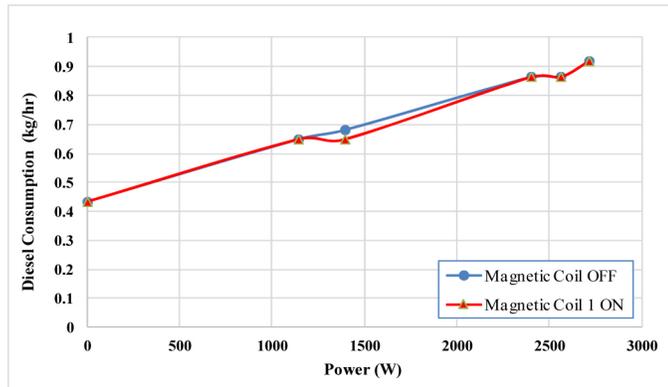


Fig. 2. Effect of magnetic field using coil 1 on diesel fuel consumption at different engine's power.

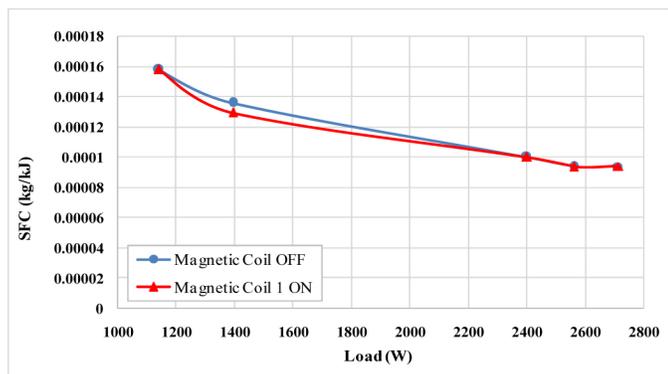


Figure 3. Effect of magnetic field using coil 1 on SFC at different engine's power.

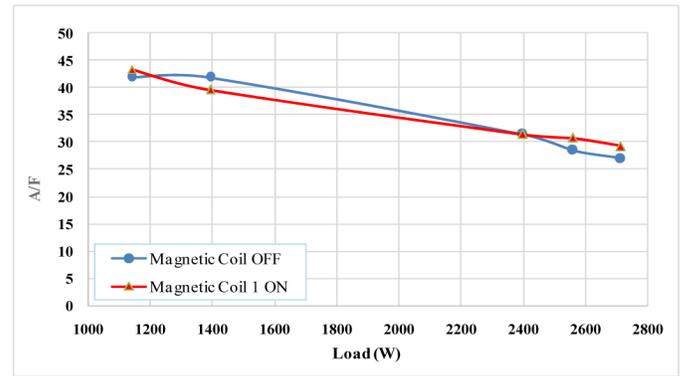


Figure 4. Effect of magnetic field using coil 1 on A/F ratio at different engine's power.

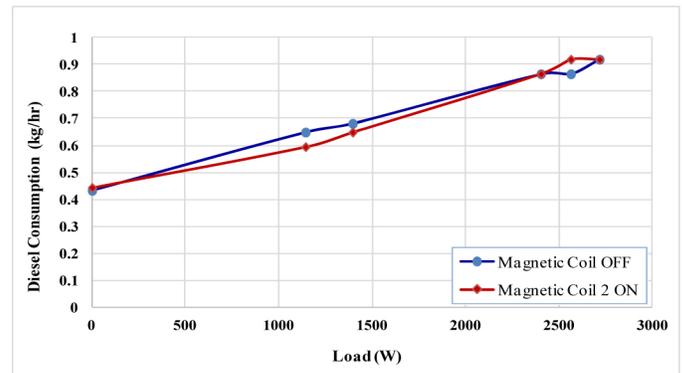


Figure 5. Effect of magnetic field using coil 2 on diesel fuel consumption at different engine's power.

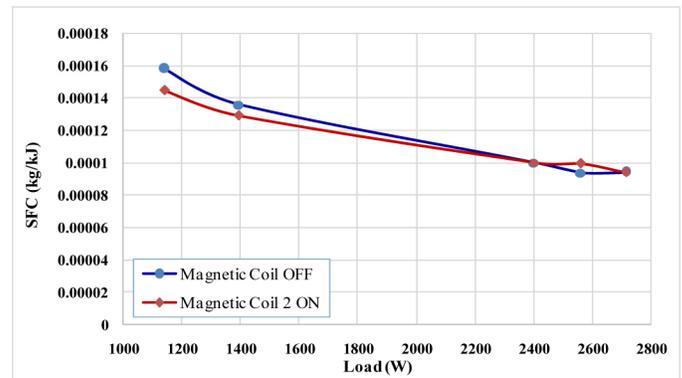


Figure 6. Effect of magnetic field using coil 2 on SFC at different engine's power.

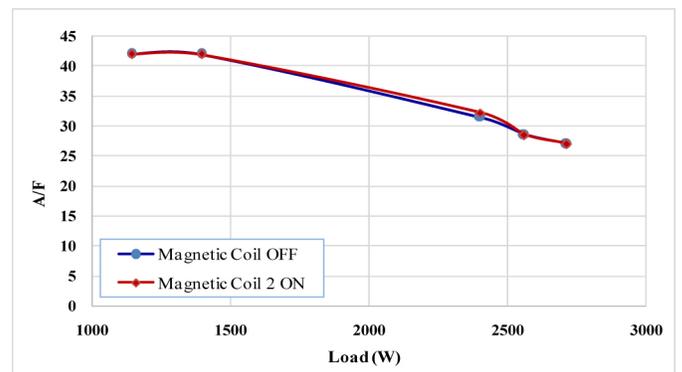


Figure 7. Effect of magnetic field using coil 2 on A/F ratio at different engine's power.

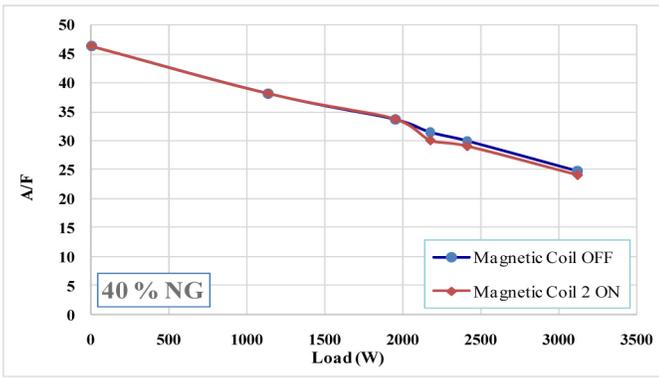


Figure 8. Effect of magnetic field using coil 2 on A/F ratio using dual fuel mode with 40% natural gas at different engine's power.

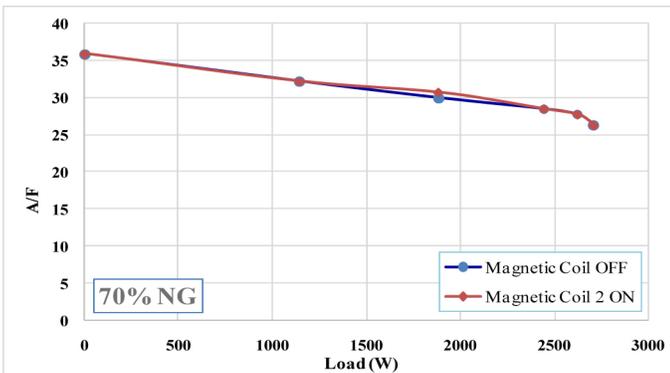


Figure 9. Effect of magnetic field using coil 2 on A/F ratio using dual fuel mode with 70% natural gas at different engine's power.

Stage II: Gasoline Engine Results

The first stage showed that the magnetic flux intensity was not enough to affect the fuel properties. But there are limitations on coils fabrication, circuit design, generated temperature and consequently the output magnetic field.

Two other coils were fabricated with higher intensities in this stage to produce almost double the value of magnetic flux (26.2 mT). Also, in this stage, the permanent magnet is considered and the gasoline engine was used to conduct the experiments. Regular gasoline (92 Octane Number) was obtained from the market with a composition indicated in [table 2](#).

Table 2. Composition of liquid Gasoline

Aromatics	38 %
Naphthenes	6 %
Paraffins:	56 %
Iso- Paraffin	45 %
Normal- Paraffin	0.5 %
Olefins	10.5 %

In this stage, the power required to generate the magnetic field (40 watt) is considered. [Figure 10](#) shows the average reductions in engine power (as a percentage of the output power) when the power required to generate the magnetic field is considered.

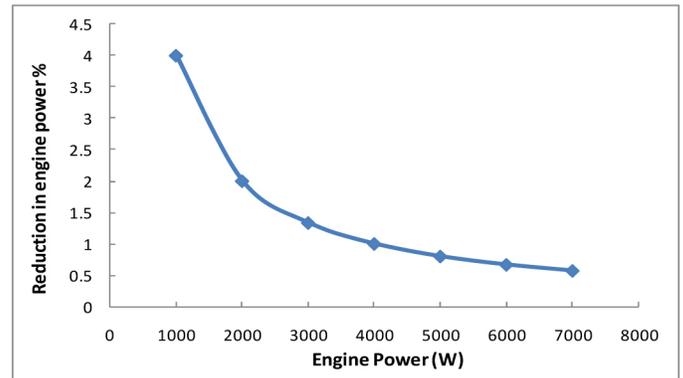


Figure 10. Average reductions in engine power (as a percentage from the output power) when the power required to generate the magnetic field is considered.

Effect of Coil Type and Material

When the electromagnetic coils (3, and 4) were tested with a magnetic flux intensity of 26.2 mT and compared to the permanent magnetic coil, the output showed promising results where [Figure 11](#) summarizes the results and the following points can be stated:

- 1-. The average increase in the engine power is 3.63% when using the permanent coil over the range of speed and power used in the present investigation.
- 2-. Using iron coil at the same conditions increases the engine power compared to the fiber coil and this can be explained by the ability of iron to collect and concentrate the electromagnetic waves which means that the coil material is an important factor affecting the system performance. In spite of this improvement in the coil effect on engine power when the iron coil was used, there is a side effect which is increasing the coil temperature. Raising the coil temperature can burn the coil out. Accordingly, there are limitations in using iron coil with variable or controllable flux.
- 3-. Using the two coils in series (double coil) produced the maximum effect as shown in [Figure 11](#). The reason behind this is the properties of the magnetic waves produced where the double coil has two properties: The first is the nature of magnetic flux which is affected by the two coil specifications and the second is the total length which is increased when using the two coils together.

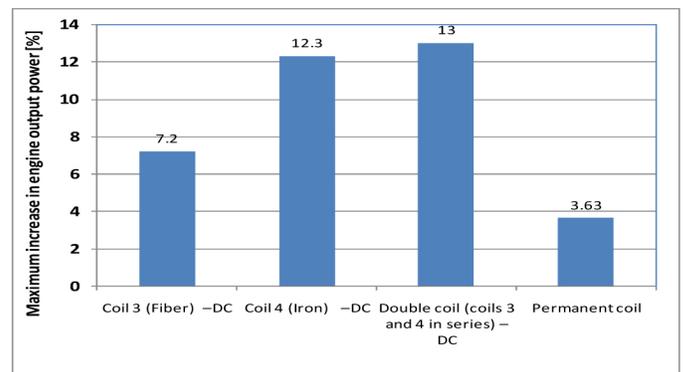


Figure 11. Maximum increase in the output power (%) at the same engine speed for different types of magnetic coils

Effect of Current Source, AC or DC

Another important parameter to explore is the effect of the nature of the current used. AC current from the main source was used accompanied by a suitable circuit, while the engine battery was used to supply the DC current to another suitable circuit.

There is no significant difference between the two sources observed for the two coils tested at different engine's power and speed as shown in [Figure 12](#). This result was confirmed in [Figure 13](#) where there is no effective change in the fuel consumption when double coil was used at different engine's power.

From these observations it can be concluded that there is no difference between the effects of using AC or DC current on the engine output power. In reality, the DC source is more convenient in engine applications. Accordingly, it will be considered in the rest of the current work.

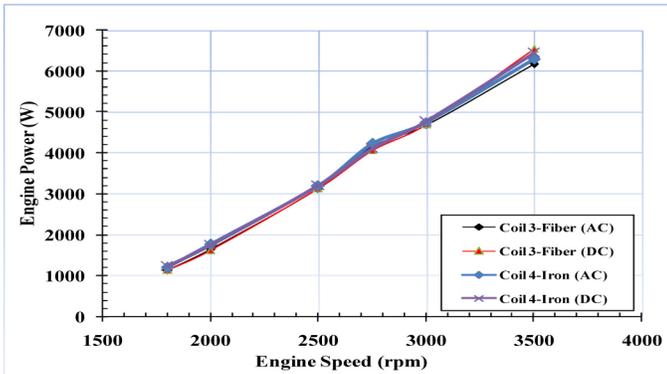


Figure 12. Effect of current source on the engine output power using the iron and fiber coils.

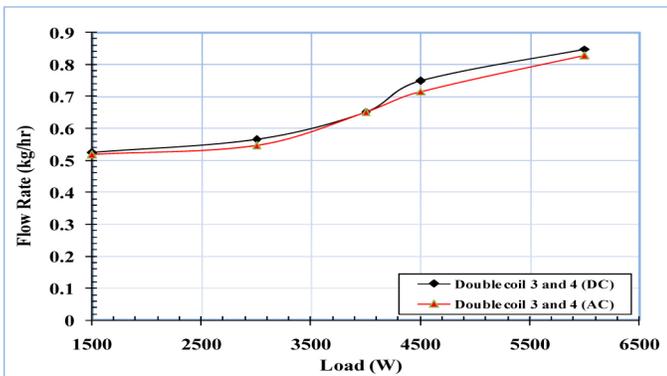


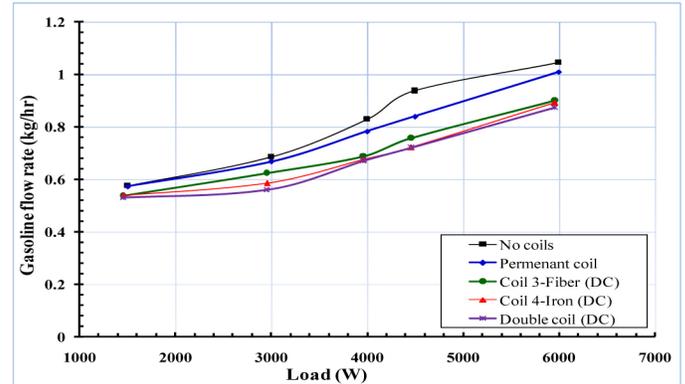
Figure 13. Effect of current source on the engine output power using double coil (iron and fiber coils in series)

Impact of Magnetic Treatment on Liquid Fuel (Gasoline)

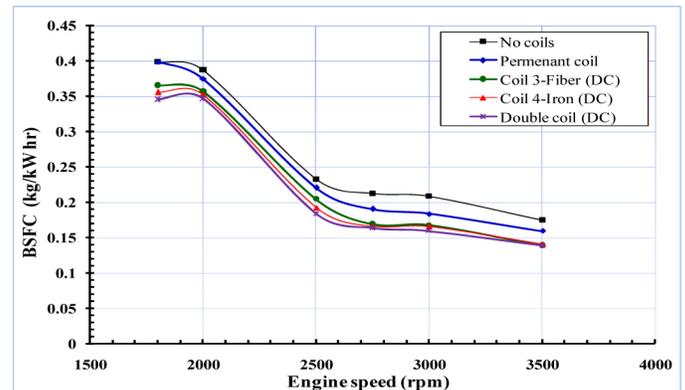
[Figure 14.a](#) shows the impact of magnetic field (DC current source) on engine's fuel consumption at different engine loads. The engine speed was maintained constant during each power value while the throttling position was adjusted to obtain the same speed and power.

The Figure shows that for the same power there is a reduction in the fuel consumption when using magnetic fuel treatment. As clearly seen, using double coil results in better effect on the fuel consumption where a reduction of 15.5 % can be achieved compared to 2.5 % when using the permanent coil at maximum load of 6 kW.

The effect of magnetic treatment on engine BSFC is shown in [Figure 14.b](#) for the coils under investigation. As clearly seen in the Figure there is a noticeable reduction in BSFC when the magnetic effect is considered even for permanent magnet.



14.a. fuel flow rate



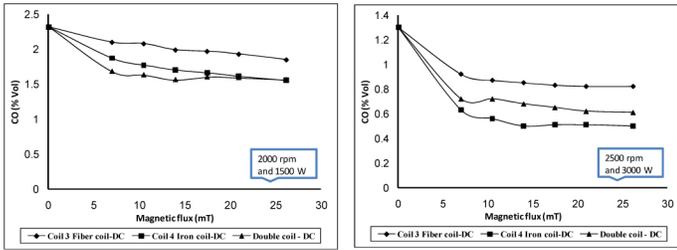
14.b. BSFC

Figure 14. Effect of magnetic treatment on (a) fuel flow rate and (b) BSFC using DC current at different engine speeds and loads.

[Figures 15](#), [16](#), and [17](#) represent the effect of magnetic flux intensity generated from DC current source on CO, HC, and NO_x emissions for the three coils at two different output powers (1500W, 3000W). The following results can be observed from the Figures:

- A fairly linear relationship between the magnetic flux intensity and engine emissions for the three coils.
- The double coil represents the best choice due to its effect on decreasing CO, HC, and NO_x emissions which reached 61.5, 53, and 50 % respectively at the maximum flux compared to their initial point (no magnetic effect).
- There is no significant change in NO_x emissions between the three coils compared to CO and HC. This can be explained by the dependence of NO_x formation on the operating temperatures which are affected by the engine

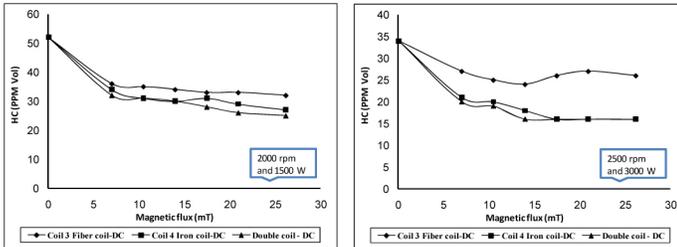
power.



15.a 2000 rpm, 1500 W.

15.b 2500 rpm, 3000 W.

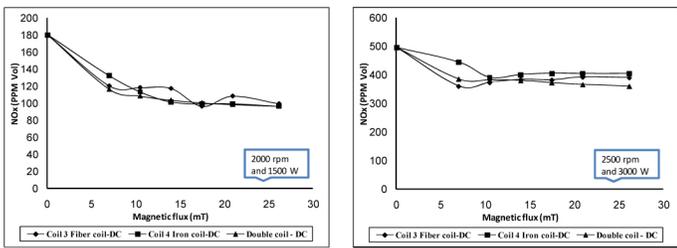
Figure 15. Effect of magnetic treatment on CO emission using DC for different output powers and speeds.



16.a 2000 rpm, 1500 W.

16.b 2500 rpm, 3000 W.

Figure 16. Effect of magnetic treatment on HC emission using DC for different output powers and speeds.



17.a 2000 rpm, 1500 W.

17.b 2500 rpm, 3000 W.

Figure 17. Effect of magnetic treatment on NOx emission using DC for different output powers and speeds.

Impact of Magnetic Treatment on Gaseous Fuels (Natural Gas)

In the present section, the effect of magnetic field on gaseous fuels (NG) is presented. Most parameters related to engine performance are discussed again when using natural gas as the engine fuel but in this case, the investigation is limited to the double coil which proved to have better results.

Figures 18 and 19 show the impact of using the double coil on the rate of fuel consumption and BSFC. The results show an increase of 2.5-7% in engine's power at the same fuel flow rate or a reduction of about 4-10% in fuel consumption at the same power while a reduction of 6.5-13.8% in BSFC is obtained.

The effect of magnetic treatment on HC, CO and NO_x emissions using NG as a fuel is indicated in Figure 20. The maximum reductions in CO, HC, and NO_x emissions for the three tested loads are summarized in Table 4.

The comparison shows that the magnetic treatment is more effective on gasoline fuel than on NG fuel which can be explained by the tendency of liquid fuel molecules to change their random organization to a more simple structure which simplifies the combustion reactions. On the other hand, it is not easy to force the gaseous molecules to keep their new positions for a long period of time. Accordingly, losing the magnetic effect on gaseous fuels is faster than liquid fuels. From the previous discussion, it can be concluded that using magnetic fuel treatment enhances the combustion characteristics of natural gas which results in better combustion and reduction in engine exhaust emissions. This reduction can reach 50% or more in some of these emissions.

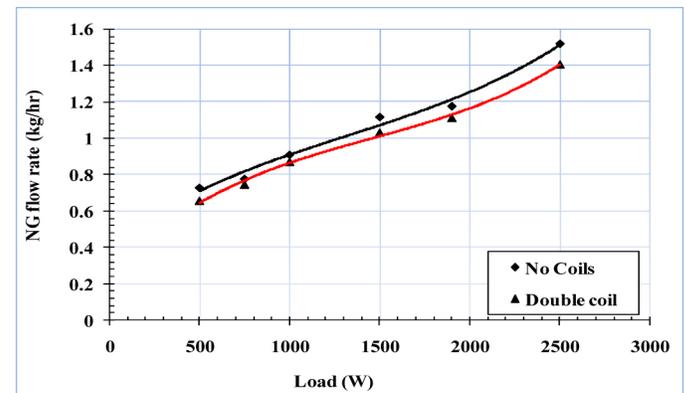


Figure 18. Effect of magnetic treatment on engine fuel flow rate using NG.

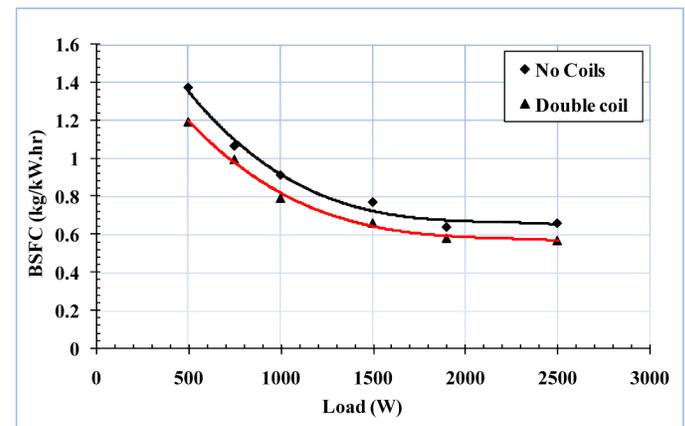


Figure 19. Effect of magnetic treatment on BSFC using NG.

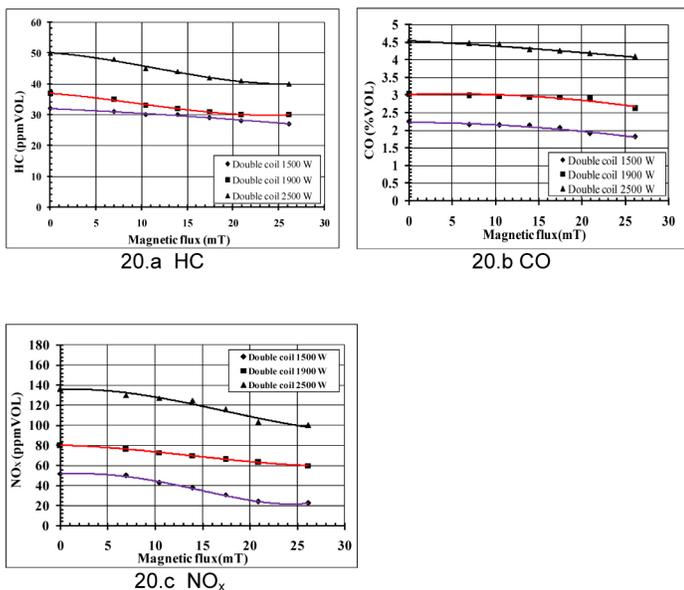


Figure 20. Effect of magnetic treatment on CO, HC, and NO_x when using NG at 1500, 1900, 2500 Watts and variable speeds.

Table 4. Maximum reductions in engine emissions when NG was used as a fuel.

Pollutant	Maximum reduction		
	1500W	1900W	2500W
CO	15.5%	19%	20%
HC	19.1%	13.5%	9.7%
NO _x	55.5%,	25%,	26.4%

Conclusion

The magnetic fuel treatment becomes an important alternative to enhance combustion characteristics in furnaces or IC engines. This physical fuel treatment process is an inexpensive and easy to install method. However, an examination of the available literature often introduces contradictory results. The present experimental results showed that magnetic fuel treatment has an impact on engine performance.

In the present study, two main sets of experiments were carried out; the first set was focused on exploring the impact of magnetic fuel treatment on a CI engine performance using diesel and natural gas fuels, while the second set was concerned with the performance of a SI engine running on gasoline and natural gas.

Two main types of magnetic treatments were tested; the first type is depending on a permanent magnet, while the second type is depending on an electromagnetic magnet. Four different designs having different features for the electromagnetic device were examined

From the discussion of the results, the following conclusions can be drawn:

1. Magnetic coil design has a considerable effect on the engines measured parameters. Coil material, magnetic flux intensity, current source are some examples of these design parameters. The difference between AC and DC current on the engine performance parameters is negligible.
2. Magnetic fuel treatment has an acceptable effect on gasoline engine performance. Fuel consumption was reduced up to 15.5% at some operating conditions.
3. A reduction in the engine pollutants was clearly observed when magnetic field was applied to reach 50 % or more depending on the operating conditions and the coil design.
4. Higher influence of magnetic fuel treatment was recorded for gasoline as a liquid fuel compared to diesel fuel and natural gas.
5. Electromagnetic coils which produce low magnetic intensities based on DC current sources (similar to the ones used in the present work) consume low or negligible power.

References

1. Kwartz Michael J.; "Device for internal combustion engines", United States Patent Office no.3, 116,726, patented Jan. 7, 1964.
2. Miller Doyle H.; "Process and apparatus for effecting efficient combustion", United States Patent Office no.3, 830,621, patented Aug. 20, 1974.
3. Sanderson Charles H.; "Device for the magnetic treatment of water and liquid and gaseous fuels", United States Patent Office no.4, 357,237, patented Nov. 2, 1982.
4. Heckel Karl; "Electromagnetic fuel saving device", United States Patent Office no.4, 381,754, patented May 3, 1983.
5. Brown Bill H.; "Fuel treating device and method", United States Patent Office no.4, 429,665, patented Feb. 7, 1984.
6. Chow Edward; "Fuel treating device", United States Patent Office no.4, 461,262, patented Jul. 24, 1984.
7. Wolf Carl; "Liquid Fuel treatment apparatus", United States Patent Office no.4, 469,076, patented Sep. 4, 1984.
8. Wakuta Koichi; "Method of combustion fuel in an internal combustion engine and its apparatus", United States Patent Office no.4, 538,582, patented Sep. 3, 1985.
9. Mitchell John; "Magnetic fuel line device", United States Patent Office no.4, 572,145, patented Feb. 25, 1986.
10. Walker Claud W.; "Pollution control through fuel treatment", United States Patent Office no.4, 715,325, patented Dec. 29, 1987.
11. Song Ben C.; "Device for magnetically treating hydrocarbon fuels"; United States Patent Office no.4, 933,151, patented Jun. 12, 1990.
12. Jone Wallace R.; "Fuel treating device"; United States Patent Office no.4, 930,483, patented Jun. 5, 1990.

13. Daywalt Clark L.; "Fuel treating device"; United States Patent Office no.5, 048,499, patented Sep. 17, 1991.
14. Richard Charlie W.; "Fuel treating methods, compositions and device"; United States Patent Office no.5, 069,190, patented Dec. 3, 1991.
15. Janczak Andrew and Krensel Edward; "Permanent magnetic power cell system for treating fuel lines for more efficient combustion and less pollution"; United States Patent Office no.5, 124,045, patented Jun. 23, 1992.
16. Dalupin Romulo V.; "Magnetic apparatus for treating fuel"; United States Patent Office no.5, 127,385, patented Jul. 7, 1992.
17. Pascall Brain; "Fuel conditioning device"; United States Patent Office no.5, 533,490, patented Jul. 9, 1996.
18. Butt David J.; "Hydrocarbon fuel modification device and a method for improving the combustion characteristics of fuels"; United States Patent Office no.6, 024,073, patented Jul. 9, 2000.
19. Jain Shweta, Deshmukh Suhas, "Experimental Investigation of Magnetic Fuel Conditioner (M.F.C) engine in I.C.", IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) ISSN: 2250-3021 Volume 2, Issue 7(July 2012), PP 27-31.
20. Barth Edward A., "EPA Evaluation of the PETRO-MIZER Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", EPA report, EPA-AA-TEB-511-83-2, December 1982.
21. Barth Edward A., "EPA Evaluation of the POLARION-X Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", EPA report, EPA-AA-TEB-511-82-9, August 1982.
22. Barth Edward A., "Second EPA Evaluation of the POLARION-X Device under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", EPA report, EPA-AATEB-511-85-2, April 1985.
23. Ashby H. Anthony, "EPA Evaluation of the Super-Mag Fuel Extender under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", EPA report, EPAAATEB-511-82-3, January 1982.
24. Shelton John C., "EPA Evaluation of the Wickliff Polarizer under Section 511 of the Motor Vehicle Information and Cost Savings Act", EPA report, EPA-AA-TEB-511-81-17, June 1981.
25. Ra'Khalil ad A., "Reduction of Pollutant Emission in Ethanol-Gasoline Blends Engines with Magnetic Fuel Conditioning", University of Mosul, College of engineering, Mechanical Engineering Department, Mosul.
26. Ugare Vivek, Bhave Nikhil, Lutade Sandeep, "Performance of spark ignition engine under the influence of magnetic field", International journal of research in aeronautical and mechanical engineering, Vol.1 Issue.3, July, 2013. P: 36-43
27. El Fatih Farrag A., saber Gad M., "Effect of Fuel Magnetism on Engine Performance and Emissions", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(12): 6354-6358, 2010, ISSN 1991-8178
28. Habbo A. R. A., Khalil Raad A., Hammoodi Hassan S., "Effect of Magnetizing the Fuel on the Performance of an S.I. Engine", Al-Rafidain Engineering Journal, Vol. 19. No. 6, 2011.
29. Farisa Ali S., Al-Naserib Saadi K., Jamal Nather, Isse Raed, Abed Mezher, Fouad Zainab, Kazim Akeel, Reheem Nihad, Chalooob Ali, Mohammad Hazim, Jasim Hayder, Sadeq Jaafar, Salim Ali, Abas Aws, "Effects of Magnetic Field on Fuel Consumption and Exhaust Emissions in Two-Stroke Engine", Energy Procedia 18 (2012) 327-338
30. Al-Khaledy Ali A. Jazie, "High Performance and Low Pollutant Emissions from a Treated Diesel Fuel using a Magnetic Field", Al-Qadisiya Journal for Engineering Sciences; Vol. 1, pp. 2, 2008.
31. Okoronkwo C. A, Nwachukwu, C.C, Ngozi-Olehi L.C and Igbokwe, J.O., "The effect of electromagnetic flux density on the ionization and the combustion of fuel (An economy design project)", American Journal of Scientific and Industrial Research, 2010, 1(3): 527-531.
32. Govndasamy P., Dhandapani S.. Reduction of NOx Emission in Bio Diesel Engine with Exhaust Gas Recirculation and Magnetic Fuel conditioning. International Conference on Sustainable Development, challenges and opportunities for GMs [12-14 Dec. 2007].
33. Govindasamy P. and Dhandapani S., "Effects of EGR & magnetic fuel treatment system on engine emission characteristics in a bio fuel engine", Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering 2009, (ICME2009) 26-28 December 2009, Dhaka, Bangladesh, ICME09-TH-01
34. Abdel-Rehim, A., El-Nagar, K., Abdel-Aziz, R., and Maarouf, H., "An Experimental Investigation of the Effect of Magnetic Field on Engine Cooling Water Properties," *SAE Int. J. Passeng. Cars - Electron. Electr. Syst.* 4(1):80-87, 2011, doi:10.4271/2011-01-0073.
35. Attar Ajaj; Tipole Pralhad; Bhojwani Virendra, "Experimental Investigation of Effect of Magnetic Field on Hydrocarbon Refrigerant in Vapor Compression Cycle", International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 2 Issue 8, August 2013.

Contact Information

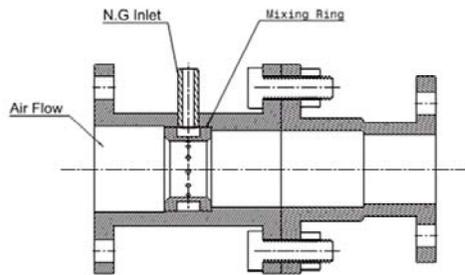
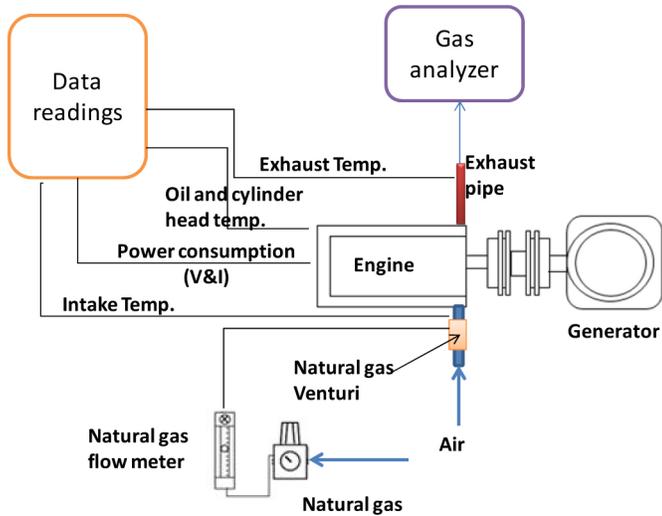
Ahmed A. Abdel-Rehim (Corresponding author)
 Benha University, Shoubra Faculty of Engineering
 Cairo, Egypt
draaaus@yahoo.com

On business leave at The British University in Egypt (BUE),
 Cairo, Egypt.

Ahmed.azim@bue.edu.eg

APPENDIX

Appendix 1 Schematic diagram of the test rig and the natural gas mixer.



The Engineering Meetings Board has approved this paper for publication. It has successfully completed SAE's peer review process under the supervision of the session organizer. The process requires a minimum of three (3) reviews by industry experts.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of SAE International.

Positions and opinions advanced in this paper are those of the author(s) and not necessarily those of SAE International. The author is solely responsible for the content of the paper.

ISSN 0148-7191

<http://papers.sae.org/2014-01-1398>