10. ULUSAL MAKİNE TEORİSİ SEMPOZYUMU
Selçuk Üniversitesi, Konya, Eylül 2001

MEKANİK TİTREŞİMLERİN LAZERLE ALGILANMASINDA SON GELİŞMELER

Şerafettin EREL[1], Saadettin ORHAN[2], Hakan ARSLAN[2]
[1]Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat, Fizik Bölümü, 71450 Kırıkkale
[2]Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale
erel@turkuaz.kku.edu.tr, sadettinorhan@yahoo.com, arslan71@yahoo.com

ÖZET

Mekanik titreşimlerin algılanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Lazer tekniği ise bu alanda, son yıllarda kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir. Yapılan bu çalışmada JDS Uniphase He-Ne LASER kaynağı kullanılarak Michelson ve Mach-Zehnder interferometre deney düzenekleri kurulmuş ve girişim çizgileri elde edilmiştir. Böylece yapılan çalışmayla; mekanik titreşimler optoelektronik detektörle algılanıp analiz edilebilecek aşamaya getirilmiştir. Kullanılan deney düzeneğinde optik taban, %50 oranında lazer ışın demeti bölücüsü, değişken ışın bölücüsü, ince ayarlı düzlem ayna ve f=2.7 mm odağına sahip bir küresel mercek kullanılmıştır. Yapılan her iki deneysel çalışma sonucunda, Mach-Zehnder interferometresiyle daha hassas interferometrik sonuçların elde edildiği görülmüştür.

ABSTRACT

Various techniques have been utilized to sense the mechanical vibrations. In the recent years, The Laser Technique has been one of the significant methods in this field. In the experimental study using JDS Uniphase He-Ne LASER source, Michelson and Mach-Zehnder interferometers have been used and the interferometric lines have been obtained. In experimental setup; optics base, beam divider 50%, variable mirror with fine adjustment, spherical lens having f=2.7 mm have been used. At the end of the experiment, it has been seen that Mach-Zehnder interferometer gives more accurate results than that of Michelson interferometer.

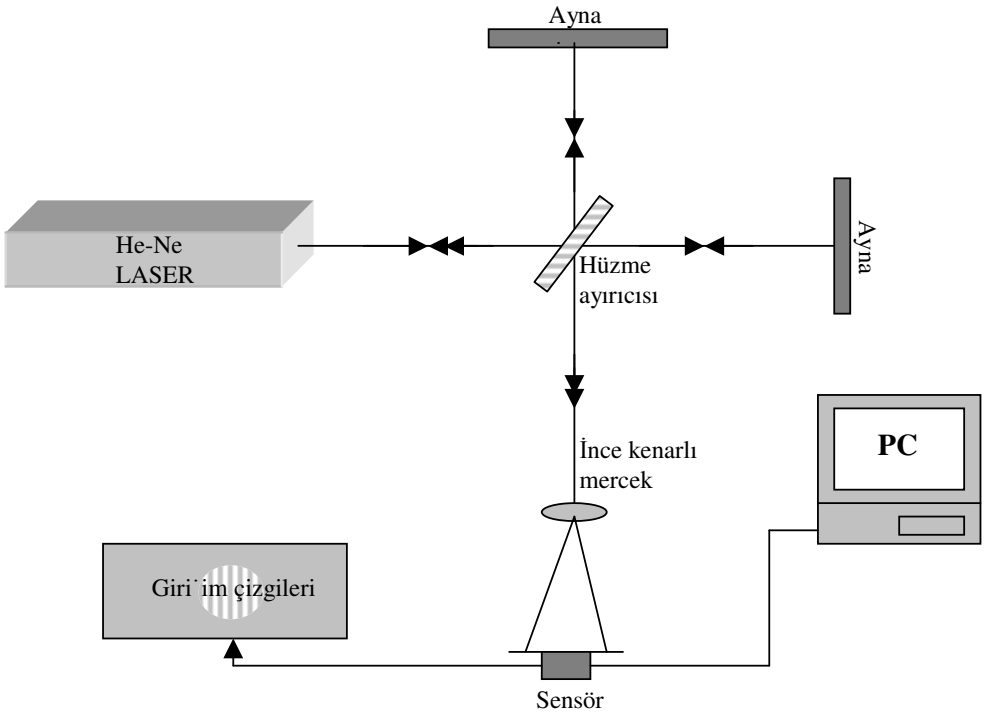
1. GİRİŞ

Mekanik titreşimlerin algılanıp analiz edilmesinde endüstriyel uygulamalarda farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında, diğerlerine göre önemli üstünlükler sağlayan LASER tekniği, son yıllarda üzerinde en çok çalışılan ve araştırma yapılan yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Bu yöntemde genelde He-Ne LASER kaynağı kullanılmakta olup, elde edilen sonuçlar açısından önemli hassasiyetlerin sağlandığı görülmektedir. Bu metodla, ortamın kırınma indisi ve titreşim karakteristikleri hakkında kesin ve önemli sonuçlar elde edilebilmektir. Özellikle tahribatsız analiz yöntemleri açısından ele alındığında, titreşen nesnenin titreşim karakteristikleri LASER ışını tarafından taşınmakta ve optoelektronik

düzenek ve bilgisayar yardımıyla frekans, dalgaboyu gibi temel titre˙im karakteristikleri analiz edilebilmektedir. Bu amaçla, yapılan çalı˙mada He-Ne LASER kaynağı kullanılarak farklı iki interferometre kurulmu˙ ve optik giri˙imler elde edilmi˙tir. Bu konuyla ilgili yapılan çalı˙malarda, özellikle Michelson ve Mach-Zehnder interferometreleriyle titre˙imler konusunda son yıllarda önemli ara˙tırmalar yapıldığı, özellikle ultrasound ile ilgili yapılan ara˙tırmalarda [1,2] Mach-Zehnder interferometresinin önemli ölçüde kullanıldığı görülmektedir. Uzaktan algılama yöntemiyle [3] kullanılan bu interferometrelerin, iç gerilimlerle ilgili çalı˙malarda [4] ba˙arılı bir ˙ekilde kullanıldığı da görülmü˙tür. Titre˙im ölçümleri ve karakteristiklerinin belirlenmesinde [5,6,7] ve kompozit malzemelerin zarar deteksiyonunda da [8] bu interferometrelerden olumlu sonuçlar alınmı˙tır. Dinamik gerilmelerin belirlenmesinde Mach-Zehnder interferometresi önemli bir ˙ekilde kullanılırken [9], geni˙ band ve ayarlı sinyal çalı˙malarında [10] da Michelson interferometresi kullanılmaya ba˙lanmı˙tır. Yapılan bu çalı˙mada ise Michelson ve Mach- Zehnder interferometreleriyle ilgili deney düzeneği kurularak çalı˙ma prensipleri incelenmi˙ ve her iki sisteminde bilgisayarla desteklenmesi sonucunda, özellikle yer sarsıntısıyla ilgili yapılacak çalı˙malarda sistemin *yer-sarsıntı detektörü* olarak kullanılabileceği görülmektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Yapılan bu deneysel çalı˙mada JDS Uniphase He-Ne LASER kaynağı kullanılarak Michelson ve Mach-Zehnder interferometre deney düzenekleri kurulmu˙ ve He-Ne LASER ı˙ınıyla ilgili giri˙im çizgileri elde edilmi˙tir. Kullanılan düzenek, interferometrik sonuçları elde etmeye yönelik olup, gerektiğinde, mekanik titre˙imlerin uzaktan algılanıp analizine de açık bulunmaktadır. Michelson interferometresiyle ilgili ˙ema Şekil-1'de görülmektedir.

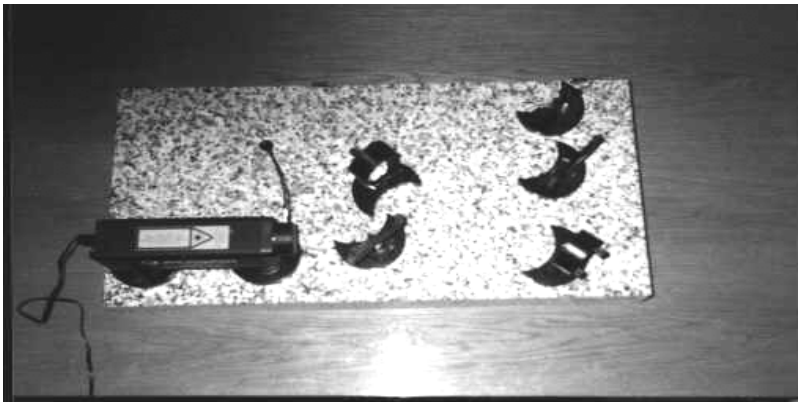


Şekil-1. Michelson interferometresinin ˙ematik gösterimi.

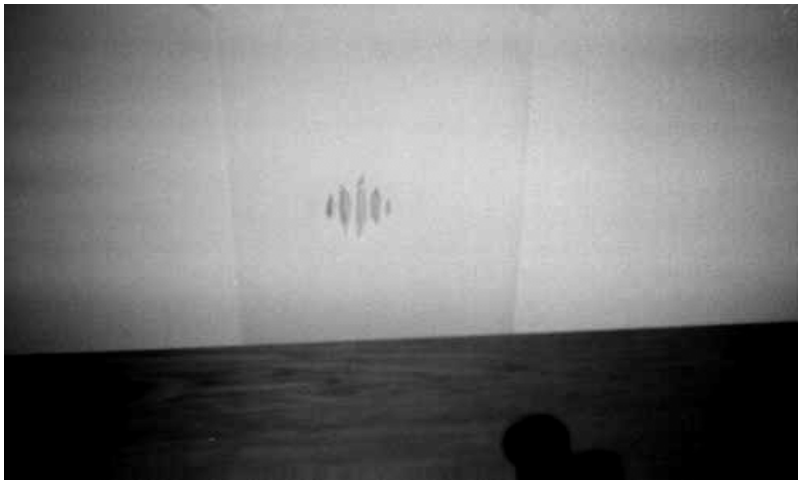
Çalı˙mada kullanılan Michelson interferometresiyle ilgili devre düzeneği Şekil-2' de, Mach-Zehnder İnterferometresiyle ilgili düzenek Şekil-3 'de ve elde edilen giri˙im çizgileri ise Şekil-4' de verilmi˙tir.



Şekil-2. Deneyde kullanılan Michelson interferometresi ile ilgili düzenek.



Şekil-3. Deneyde kullanılan Mach-Zehnder interferometresi ile ilgili düzenek.



Şekil-4. Mach-Zehnder interferometresi yardımıyla elde edilen giri˙im çizgileri.

Deneyde; optik taban, %50 oranında lazer ışın demeti bölücüsü, değişken ışın bölücüsü, ince ayarlı düzlem ayna ve f= 2.7 mm odağına sahip bir küresel mercek kullanılmış ve Mach-Zehnder interferometresiyle daha hassas interferometrik sonuçların elde edildiği görülmüştür.

3. SONUÇ VE YORUM

Bu çalışmada, mekanik titreşimlerin uzaktan algılanmasında interferometrik düzeneğe dayalı önemli bir yöntem olan lazer tekniğinin çalışma prensibi incelenmiş ve yeni uygulama alanları araştırılmıştır. Bilgisayar ve optoelektronik düzenekle desteklenecek olan Michelson ve Mach-Zehnder interferometreleri, aktif fay hatlarının her iki yanına yerleştirilerek özellikle s-p dalgalarının algılanmasında yer sarsıntı detektörü olarak kullanılabileceği tahmin edilmektedir.

4. REFERANSLAR

[1]- Kathryn, A.; Fengzhong, D.; Gareth, P. S.; Brian, C.; Mach-Zehnder optical fiber interferometers for the detection of ultrasound, Proc. SPIE Vol. 3986, p. 27-34, Smart Structures and Materails 2000.

[2]- Kathryn, A.; Fengzhong, D.; Gareth, S G, Brian, C., Mach-Zehnder optical fiber interferometers for the detection of ultrasound, Proc. SPIE Vol. 3986, p. 27-34, Smart Structures and Materails 2000.

[3]- Paolo, C., Gian, R.; Lorenzo, S.; Application of lasers for noncontact excitation and measurement of vibration, Proc. SPIE Vol. 4072, p. 280-291, Fourth International Conference on Vibration Measurements by Laser Techniques: Advances and Applications, Enrico p. Tomasini Ed. 2000.

[4]- Hong, Z.; Zhengyuan, C.; Ruhua, F.; Junsheng, F.; Measurement of internal strain and vibration of structure by embedded optical fiber strain sensors, Proc. SPIE Vol. 3555, p. 300-304, Optical and Fiber Optic Sensor Systems, Jackson Ed. 1998.

[5]- Rothberg, S., J.; Bell, J.; Guide to translational and rotational vibration measurements on rotors using laser vibrometry, Proc. SPIE Vol. 4072, p. 210-221, Fourth International Conference on Vibration Measurements by Laser Techniques: Advances and Applications, Enrico P. Tomasini; Ed. 2000.

[6]- Xiangzhao, W.; Osami, S.; Takamasa, S.; Takeo M.; Measurement of small vibration amplitudes of a rough surface by an interferometer with a self-pumped phase-conjugate mirror, Applied Optics, Vol. 39, p. 4593-, 2000.

[7]- Virgil, I.; Small sinusoidal vibrations amplitude measurements with the Michelson interferometer, IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement, Vol. 49, p. 643-648, 2000.

[8]- Castellini, P.; Revel, G., M.; Laser vibration measurement for damage detection on composite materials: advances in signal processing, Proc. SPIE Vol. 4072, p. 442-452, Fourth

International Conference on Vibration Measurements by Laser Techniques: Advances and Applications, Enrico P. Tomasini; Ed. 2000.

[9]- Kang, S., C.; Lee, S., B.; Choi, S., S.; Lee, B.; A novel method to measure dynamic strain using optical-path controlled Mach-Zender interferometer and fiber Bragg grating sensor, Proceedings of 11th Annual Meeting of IEEE Lasers and Electro-Optics Society(LEOS), p. 401-402, 1998.

[10]- Malcolm, B., G.; Andrew, J., S.; Hans, A., B.; David, E., M.; Broadband and tuned signal recycling with a simple Michelson interferometer, Applied Optics, Vol. 37, p.5886-5894, 1998.