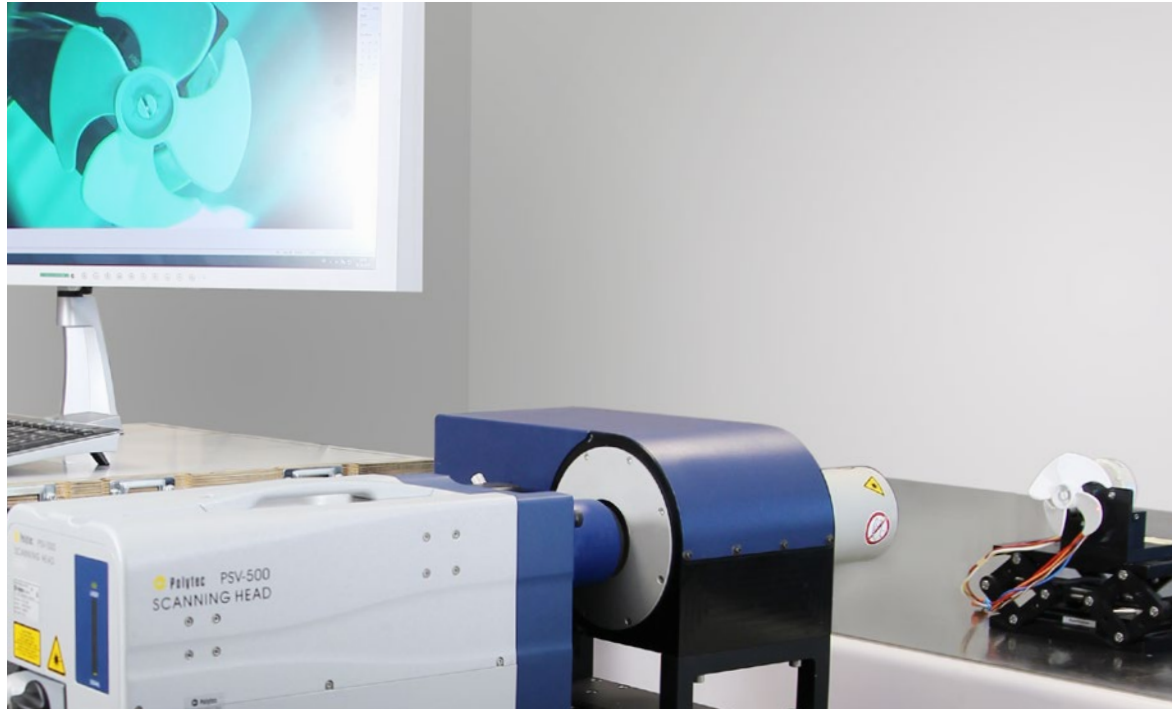


Optik Derotatör (Optical Derotator)

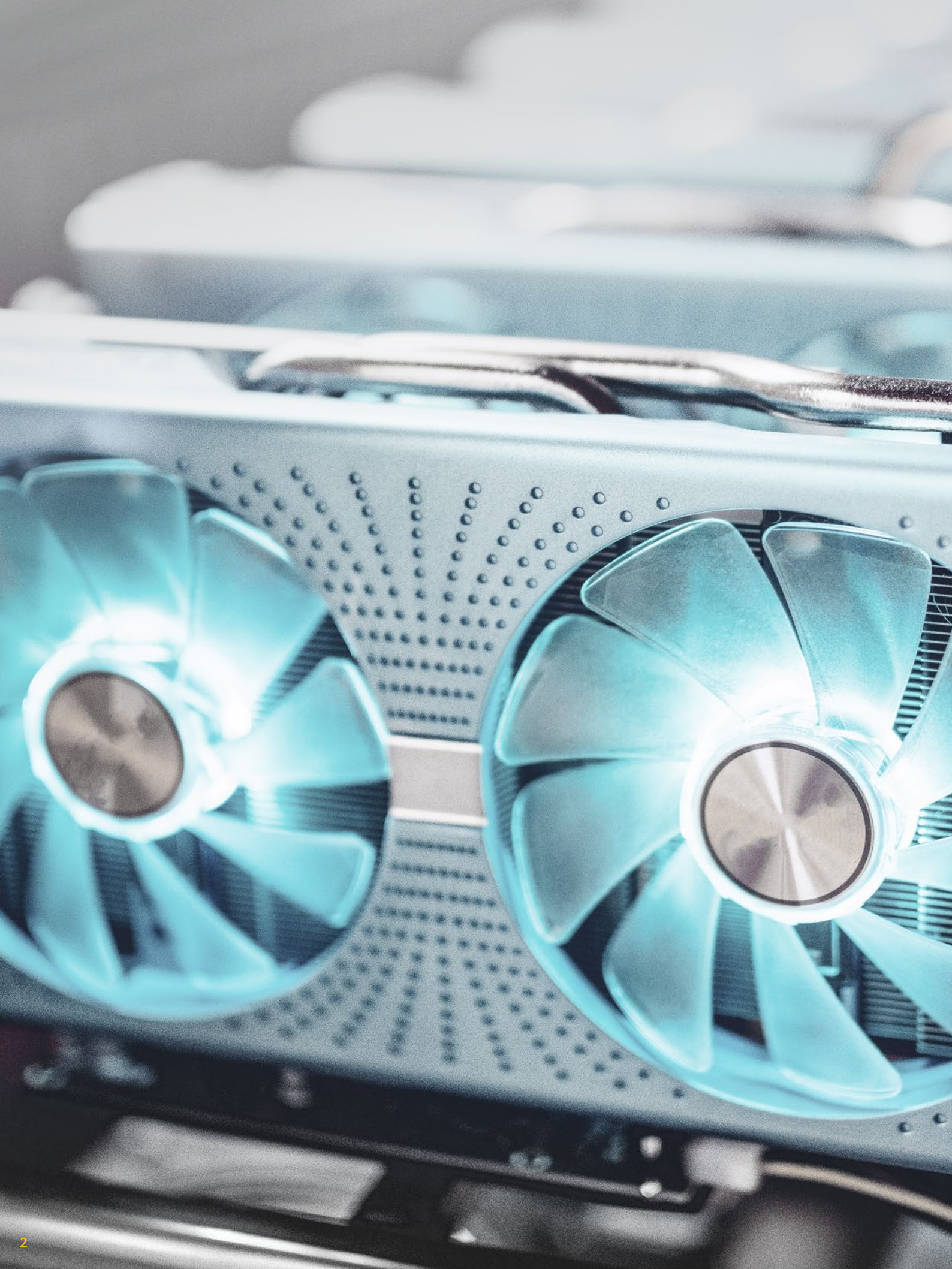


Optik Deratatör (Optical Derotator)

Dönen nesnelerin tüm yüzeyinde titreşim testi

Uygulama Notu





PSV-A-440 Optik Derotatör kullanılarak dönen bileşenler üzerindeki operasyonel sapma şekillerinin (ODS) temassız analizi

Tarama tipi Vibrometreler, önceden tanımlanmış bir nokta kümesini taramak için bir lazer ışını kullanarak statik yapıların sapma şekillerini doğru bir şekilde ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapısal titreşim cevabı, bir heterodin interferometre ile nokta nokta toplanır. Dönen nesneler üzerindeki sapma şekillerinin ölçümü bugüne kadar mümkün değildi. Optik Derotatör kullanılarak, dönen yapıların sabitmiş gibi görünmesi sağlanır, bu da bir Tarama Lazer Vibrometresinin sapma şekillerini ölçmesine olanak tanır. Bu ölçüm sonuçları daha sonra deneysel modal analiz için girdi verileri olarak kullanılabilir.

Günümüzün simülasyon yöntemlerini kullanarak bir yapının titreşim özelliklerini tahmin etmek, gerçek nesnenin malzeme özelliklerinin bilgisi ile sınırlıdır. Deneysel bir modal test kullanılarak hesaplanan ve ölçülen sapma şekilleri, doğal frekansları ve modal sönüm katsayıları karşılaştırılabilir ve modelde kullanılan parametreler düzeltilebilir.

Dönen parçaların modal parametreleri, dönmeden kaynaklı rijitleşme etkisi sebebiyle değişir, böylece dururken ölçülen doğal frekansları, genellikle çalışma koşulları altında meydana gelenlere karşılık gelmez. Ek olarak, çalışma sırasındaki gerçek uyarımı tahmin etmek zordur. Bu nedenle, dönen parçalar üzerinde doğru sapma şekillerini ve doğal frekansları belirlemek, büyük çaba sarf etmeden çok zordu ve parçalı dönen parçalar için neredeyse imkansızdı.

Çalışma Prensibi

Optik Derotatör, tüketici ürünleri için soğutma fanları, türbinler, çarklar veya lastikler gibi dönen parçaların sapma şekillerini gerçek uyarım koşulları altında 24.000 RPM'ye kadar dönüş hızlarında doğrudan belirlemek için bir Tarama Vibrometresi kullanarak ölçümler yapmanızı sağlar. Rijitleşme etkisi, sapma şekillerinde, doğal frekanslarda ve genlik tepkisinde gözlenen değişikliklerden belirlenebilir.



PSV-A-440 Optik Derotatör Bileşenleri

- Dönüş ünitesi
- Kontrolcü
- Numune dönüş ekseninin derotatör eksenine hizalanmasını sağlayan yükseklik, açı ve yanal konum ayarlı stand
- Sensor teknolojisi

Lazer ışınının, hassas kontrollü bir optik döndürme ünitesi ile dönen nesneyi takip etmesi sağlanır. Derotatörün dönen test yapısından gelen bir enkoder sinyaline bağlanmasıyla sabit dönüş hızları veya hız artışlar için esnek kontrol sağlanır. Enkoder sinyaliyle senkronize olan Optik Derotatör, dönen nesnenin sabit görünmesini sağlar. Tarama tipi Vibrometre ölçüm noktalarının tarama sürecini normal şekilde tamamlar. Derotatöre bağlanan tek noktalı bir lazer vibrometre, sapma şekillerini gösterebilmek için faz referansı olarak görev alır. Tarama tipi Vibrometre tek nokta modunda kullanılıyorsa, mertebe (order) analizi için hızlanma ve yavaşlama testleri gerçekleştirilebilir.

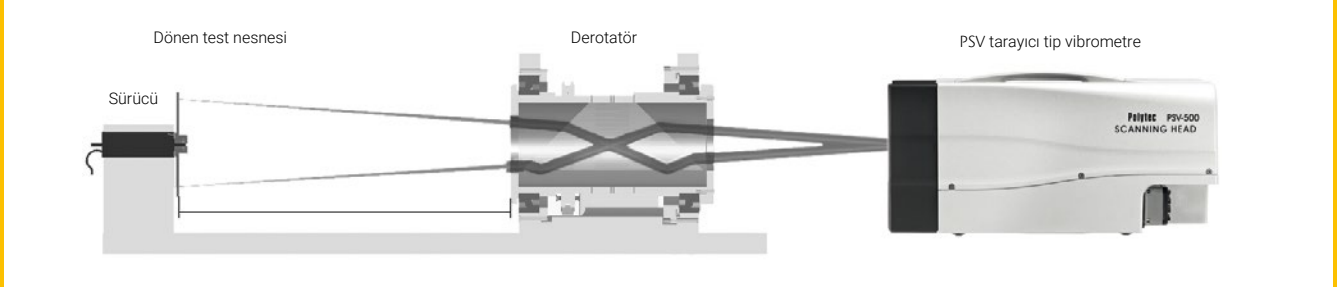
PSV-A-440 Optik Derotatörün ana bileşeni dönüş ünitesidir. İncelenmekte olan nesnenin yarı hızında dönen bir Dove prizması içerir. Optik sistemin çalışma prensibi Şekil 2'de gösterilmiştir. Dönüş ünitesi, incelenen nesneye bir kontrolör aracılığıyla elektronik olarak bağlanır..

Nesnenin dönüş hızı ölçümü için encoder kullanılır . Tam optik sabitleme elde etmek için, ölçüm nesnesinin ve derotatörün dönüş eksenini eşleştirmelidir. Bu amaçla, tarama kafası ve referans lazer, hizalama noktaları olarak kullanılarak dört serbestlik derecesinde dönüş ünitesi ayarlanabilir.

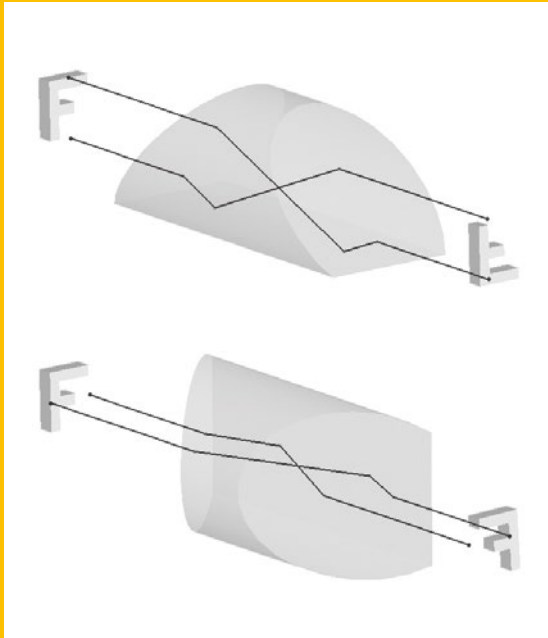
Standart ölçümün derotatör ile yapılan ölçümle karşılaştırılması

Derotatörlü ve derotatörsüz bir ölçümün sonuçlarını karşılaştırmak için pürüzsüz, düz bir yüzeye sahip bir nesne seçilmelidir. Soğutma fanları ve türbinler gibi parçalı yapılar, derotatörün ana uygulama alanını temsil eder ve onlarsız ölçüm düşünülemez. Karşılaştırma için disk şeklinde bir nesne seçilmiştir. Bu durumda test nesnesi, enkoderli bir motora bağlı bir CD'dir (Enkoder çözünürlüğü: 500 ppr).

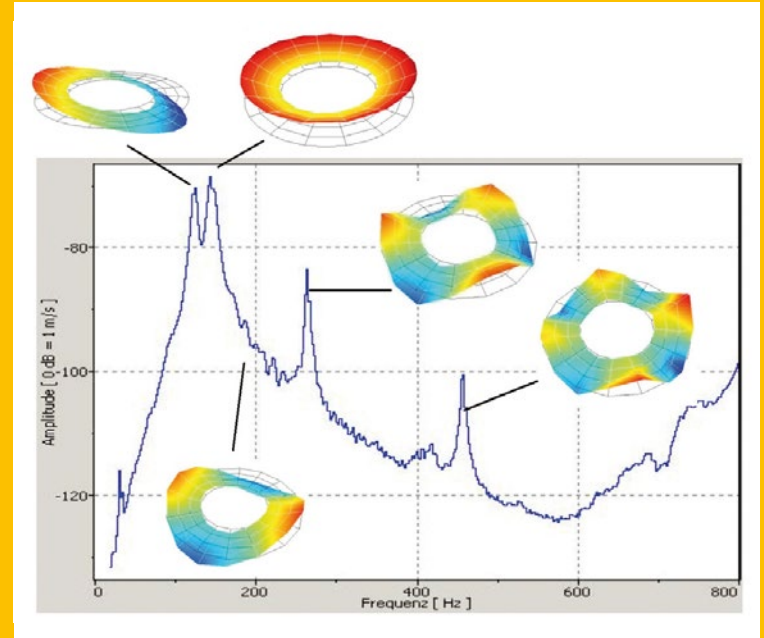
1
PSV-A-440
Optik Derotatörün
tipik kurulumu



2
Sol:
Dove prizmasının
çalışma prensibi:
Prizma 90°
döndürüldüğünde
görüntü 180°
döndürülür.



3
Sağ:
Sabit Durumda
CD'nin spektrum ve
sapma şekilleri



❶ Sabit durumda CD'nin gürültü ile uyarımı

İncelemelerin temeli olarak, CD'nin sabit durumda ölçümü yapılarak, doğal sapma şekilleri ve doğal frekansları elde edilir. Ölçümlerde bir hoparlörden gelen geniş bant akustik uyarım kullanılmıştır. Sonuçlar şekil 3'te gösterilmiştir. Tarama noktaları boyunca elde edilen ortalama spektruma ek olarak, rezonanslara ait ölçülen sapma şekilleri de gösterilmiştir.

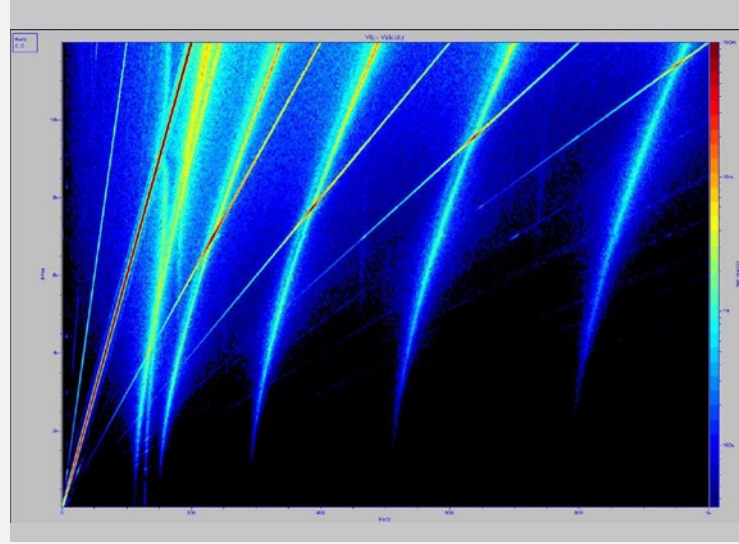
❷ Derotatör ile hızlanma ölçümü (Run-Up)

Bir sonraki aşamada, derotatör kullanılarak bir hızlanma ölçümü gerçekleştirilmiştir. Lazer ışını dönen nesne ile birlikte hareket eder ve yüzeyde sabit bir noktada kalır, bu da titreşimin sabit bir parçada olduğu gibi ölçülmesini sağlar. Campbell diyagramı (Şekil 4) hem mertbe (order - merkezde kesişen düz çizgiler), yani dönme frekansının katlarında oluşan zorlanmış titreşimleri, hem de yapısal rezonansları gösterir. Yapısal rezonanslar dikey olmayan, dönüş hızı arttıkça bükülen çizgiler şeklinde görülür. Bu eğilme davranışı, artan merkezkaç kuvvetleri nedeniyle nispeten yumuşak polikarbonat malzemenin rijitleşmesinden kaynaklanır. Bu sonuç, derotatörü kullanmanın avantajını çok açık bir şekilde gösterir - hem genlik hem de rijitleşme etkisi, çalışma koşulları altında yakalanır.

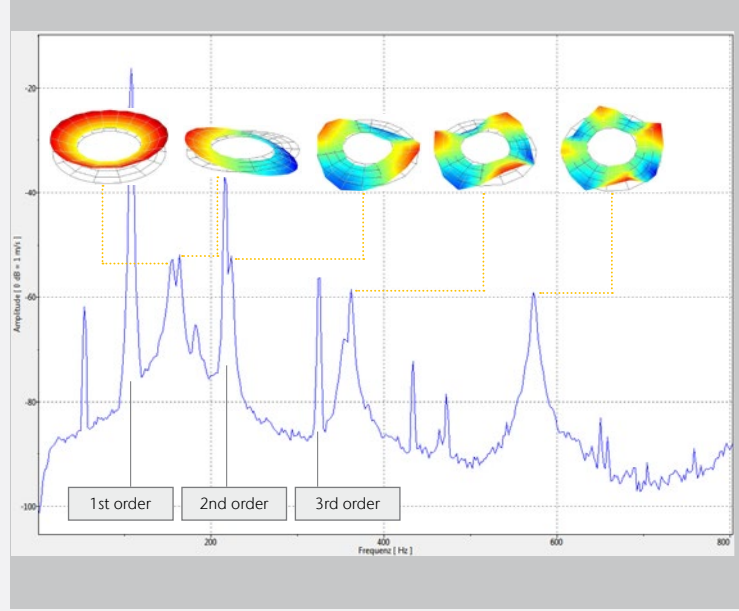
❸ Yük/dönüş altında sapma şekilleri (ODS)

Rezonans frekanslarına karşılık gelen operasyonel sapma şekillerini ortaya çıkarmak için, 6500 RPM'lik sabit bir dönüş hızında derotatör kullanılarak bir tarama yapılmıştır. Beklendiği gibi, bu, hareketsiz durumdaki uyarım ile görülen aynı sapma şekillerini vermektedir; ancak sapma şekillerinin frekanslarında spektrumda görüldüğü üzere kaymalar meydana gelmiştir (Şekil 5).

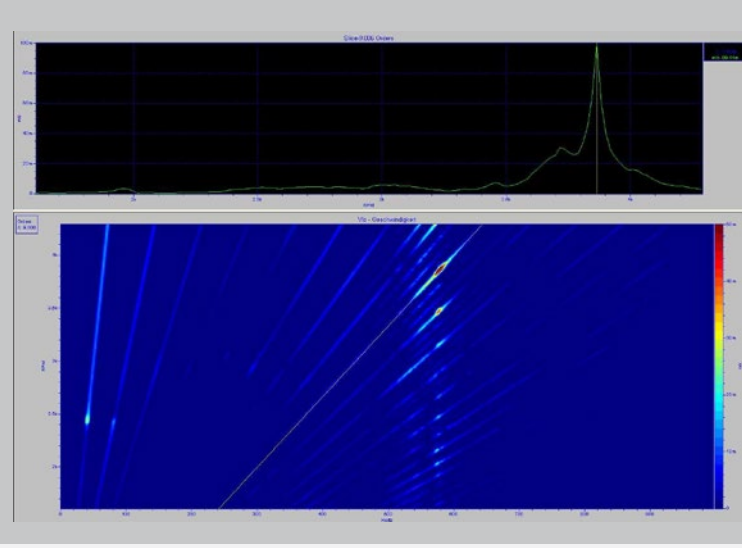
Spektrumda soldan sağa birinci mertbe (order) frekansında bir rezonans çizgisi belirmiştir. Bu, 1. mertbe tarafından gerçekleşen uyarım nedeniyle oluşan zorlanmış bir titreşime karşılık gelir. Bir sonraki tepe, hareketsiz durumdaki uyarım durumundayken, tek bir maksimuma sahip sapma şeklinden daha yüksek bir frekansta olan döne (rotational) simetrik sapma şeklidir. Bu, aynı zamanda Campbell diyagramında da belirgin olarak görülmektedir (Şekil 4): tek bir maksimuma sahip rezonans bölgesinin rijitliği, döne simetrik olandan daha fazla değişir, böylece her iki çizgi de yaklaşık 5000 RPM'de birbirini keser.



4
Derotatör ile hızlanma ölçümü



5
6500 RPM sabit dönüş hızında derotatörlü sapma şekli ve spektrumu



6
Bir pervane üzerinde
yapılan ölçümlerin
Campbell diyagramı

Daha yüksek dönüş hızlarında, dönele simetrik rezonanslar daha düşük frekanslarda meydana gelir. Bu, doğrudan sapma şeklini gösteren tarama sonuçları ile de doğrulanmaktadır. Bu, verilerin yorumlanmasını çok daha kolay ve net hale getirir. Daha yüksek frekanslara doğru, bir sonraki görünen kısım, tek bir maksimuma sahip sapma şekli ve 2. mertebeden kaynaklanan zorlanmış titreşimdir. Bu dönme hızında genliği de oldukça yüksektir, çünkü güçlü bir uyarım (2. mertebeye yakın) yapısal rezonansla çakışır (bu dönme hızında, rijitlikteki değişim de göz önüne alınmalıdır). Bunu simülasyonlarda tahmin etmek zor olabilir. Bir derotatör kullanarak yapılan ölçüm, genlik, sapma şekli(deflection) ve rezonans frekansları için net ve nicel olarak doğru bir sonuç sağlar.

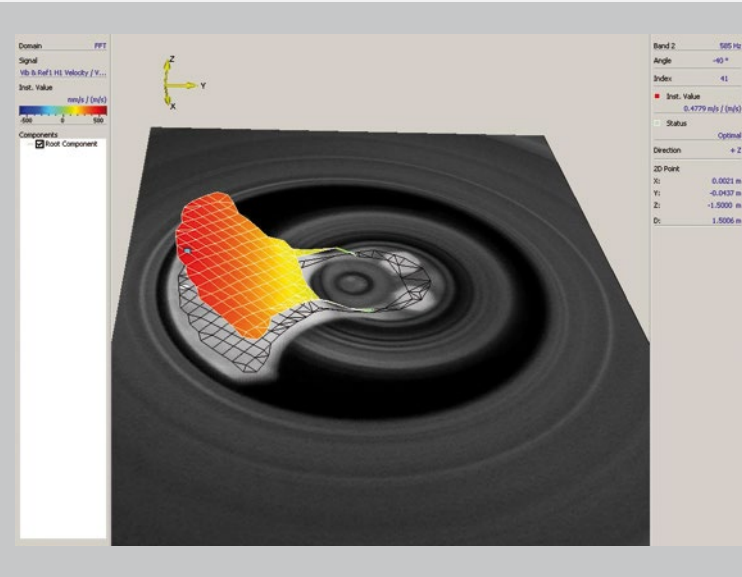
Bir sonraki kısımda, üç maksimumlu rezonans, ardından 3. Mertebe sebepli zorlanmış titreşim ve son olarak yaklaşık 560 Hz'de dört maksimumlu rezonans görünür. Bu son rezonansın, hareketsiz ve hoparlör uyarımı kullanıldığı durumda yaklaşık 460 Hz olduğu bulunmuştu. Tarama vibrometrisinin önemli bir avantajı da, kayan rezonans noktalarının, sapma şekilleri bazında belirlenmesinin kolay olmasıdır.

Pervane kanatçığı ölçümü

Bir pervanenin denge ağırlığında, saatlerce çalışmadan sonra, ağırlığın asma noktasında küçük çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Bu çatlamayı araştırmak için Optik Derotatör ile hızlanma ölçümleri yapılır. Bunun için tarama vibrometresi ile bir nokta hedeflenir ve ardından pervane dönme hızı maksimum test hızına yükseltilir. Bunu yaparken derotatör, lazer ışınının konumunu denge/balans ağırlığının olduğu noktada tutar. Dönme hızı, zamansal verilerle paralel olarak yakalanır ve tarama vibrometresinden ölçüm verilerini doğrudan okuyabilen VSI Rotate programı (Vold Solutions tarafından hazırlanan) ile değerlendirilir. Campbell diyagramında, diğer etkilerin yanı sıra 9. mertebenin bir doğal frekansı uyardığı görülmektedir.

Rezonansın kesin etkisini tespit etmek için Tarama Vibrometresi ile bir yüzey ölçümü yapılır. Bunu yapmak için, çarkın dönüş hızı, hızlanma sırasında 9. mertebeye karşılık gelen hıza ayarlanır.

Önceden belirlenmiş rezonanstaki operasyonel sapma şekli, denge ağırlığının doğal bükülme moduna karşılık gelmektedir. Sabit durumdaki bir sonraki ölçümde de olduğu gibi, bu normal (eigen) mod açıkça görülmektedir. Eklemdeki düşük bükülme rijitlik seviyesi sebebi ile, yüksek deplasman genlikleri oluşmaktadır, bu da bileşenin erken hasarına yol açar.

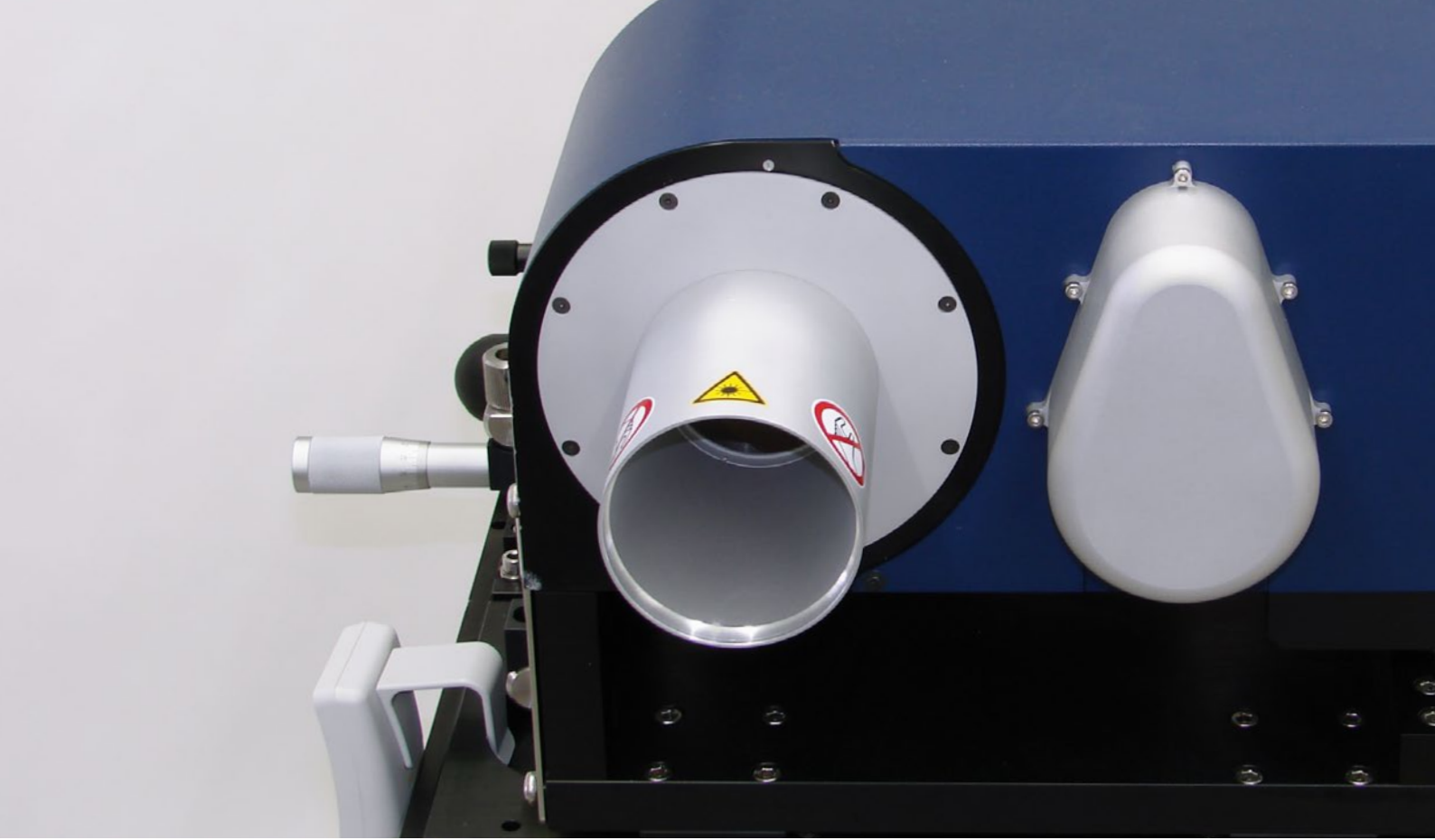


7
Karşı ağırlığın ilgili sapma şekli.

Özet

Temassız tarama vibrometrisi ve Optik Derotatör kombinasyonu ile, statik bir ölçümle görülemeyen arızaların nedenini belirlemek mümkündür. Ölçüm, inceleme altındaki nesnenin sıfır kütle yüklemesiyle ve gerçek çalışma koşulları altında yapılır, böylece simülasyonu kontrol etmek için uygun giriş verileri bulunur.

Tüm bunlar, kayma halkalarının veya telemetrinin dezavantajları olmadan elde edilir. Özellikle plastikten yapılmış bileşenlerde, yüksek dönme hızlarından kaynaklanan rezonans frekanslarındaki kayma kolayca tanımlanır ve sapma şekilleri modal testtekilerle karşılaştırılabilir



Yazar

Dr. Jochen Schell
Manager Applications
Business Unit Optical Measurement Systems



Shaping the future since 1967

High tech for research and industry.
Pioneers. Innovators. Perfectionists.

Find your Polytec representative:
www.polytec.com/contact

Polytec GmbH · Germany
Polytec-Platz 1-7 · 76337 Waldbronn