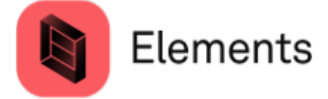
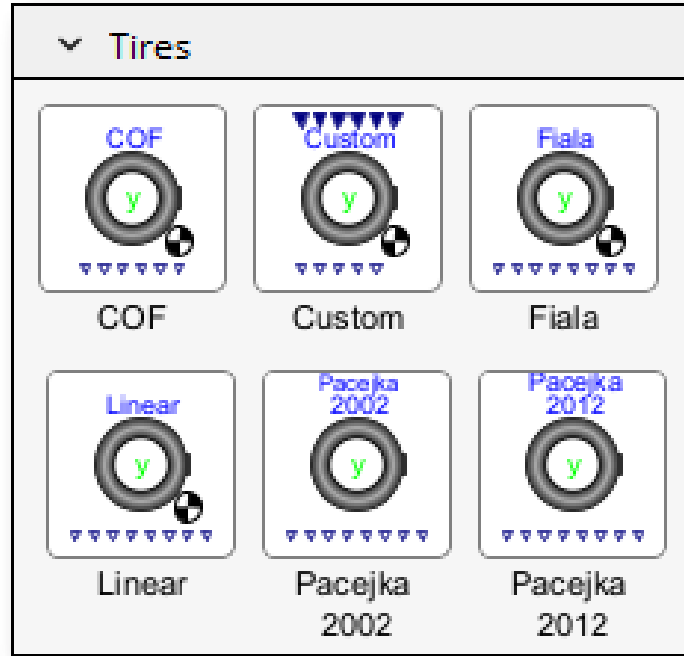


TEKNİK DOKÜMAN



Bu yazımızda, multi disiplinler ve 1D modelleme imkanı sunan Elements içerisindeki lastik modelleri tanıtılmıştır.



ELEMENTS – LASTİK MODELLERİ

HAZIRLAYAN
Eren Morgil Mekanik Simülasyon Mühendisi

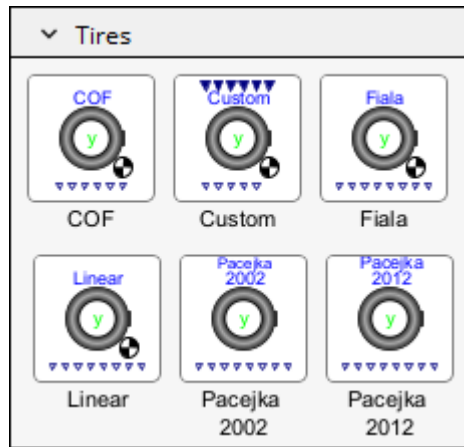
Tarih: 18/07/2024

Elements, bir boyutta (1B) modelleme ve farklı disiplinlerde çalışmayı tek bir arayüzde birleştiren yazılımdır. Sezgisel sürükle ve bırak kütüphaneleriyle birlikte kullanıcıların mekanik, elektrik, termal, hidrolik ve pnömatik etkilerden kaynaklanan sistem düzeyindeki sorunları çözmek için karmaşık dinamikleri tek bir modelde çözümlenmesine olanak tanımaktadır.

Bu yazıda, Elements içerisinde araç dinamiği simülasyonları gerçekleştirebilmek için ihtiyaç duyulan lastik modelleri açıklanmaktadır.

1. LASTİK KÜTÜPHANESİ

Elements'in lastik kütüphanesi, pnömatik lastikleri modelleyebilmek için hazır bileşenler içermektedir. Lastik modelleri, kullanılan metotlara (analitik, curve-fitting, user defined gibi) göre COF, Linear, Fiala, Pacejka ve Custom olarak ayrılmaktadır. Lastik – yol arasındaki etkileşimin temsil edilebilmesi için kontak metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Elements içerisindeki mevcut lastik modelleri ince bir disk olarak modellendiği varsayılarak lastik – yol arasında yalnızca tek bir temas noktası dikkate alınarak kontak kuvveti hesaplanmaktadır.



Şekil 1 Lastik Modelleri

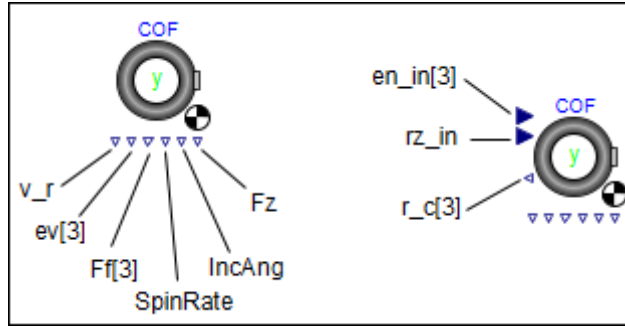
Lastik için hesaplanan kuvvet ve moment formülasyonlarına göre farklı lastik modelleri türetilmektedir. Tablo 1'den yararlanılarak lastik türlerine bağlı olarak dahil edilen kuvvet ve moment ifadeleri de incelenebilmektedir.

Model	Normal Force (Fz)	Lateral Force (Fy)	Longitudinal Force (Fx)	Self-Aligning Moment (Mz)	Overturning Moment (My)	Rolling Resistance (Mx)
COF	•					
Linear	•	•	•			
Fiala	•	•	•	•		•
Pacejka 2002	•	•	•	•	•	•
Pacejka 2012	•	•	•	•	•	•
Custom	•	•	•	•	•	•

Tablo 1 Lastik Özellik Tablosu

1.1. COF Lastik Modeli

Sürtünme katsayısına dayalı bir formülasyon kullanan lastik modelidir.

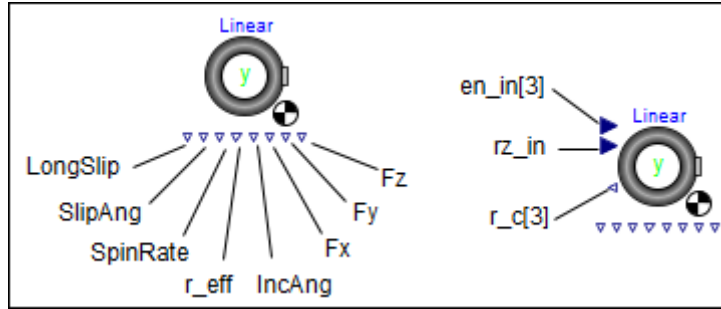


Şekil 2 COF Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- COF lastik modeli, temas yolundaki lastik kuvvetleri için izotropik sürtünme kuvveti formülasyonu sağlamaktadır. Lastik kuvvetlerinin hesaplanmasında kayma değerleri dikkate alınmayarak sadece kayma hızının ve lastik – yol arasındaki kontak bölgesinin zemine göre görece hızı üzerinden oluşturulan formülasyon (Coulomb, Stribeck ve Custom) kullanılmaktadır.
- Lastik modelinde hizalama (aligning) momenti, yuvarlanma direnci ve devrilme (overtuning) momentinin sıfır olduğu varsayılmaktadır.
- Lastik geometrisinin, otomotiv uygulamalarında ince dairesel bir disk olduğu varsayılarak lastik – yol arasındaki kontak kuvveti tek noktadan temasın olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.

1.2. Linear Lastik Modeli

Doğrusal lastik formülasyonuna dayalı bir lastik modelidir.

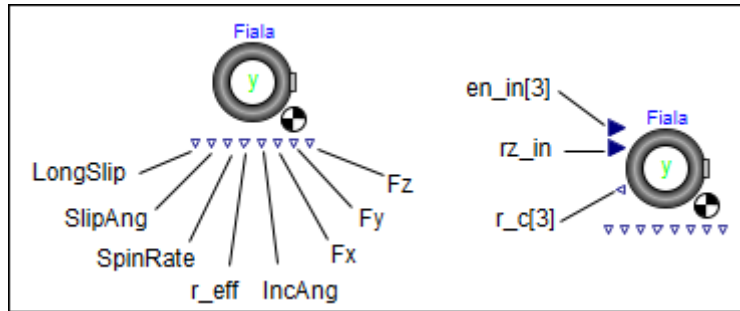


Şekil 3 Linear Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- Linear lastik modeli, lastiğin kayma açısı ve boylamsal kayması ile kontak alanında gözlemlenen lastiğin yanal ve boylamsal kuvvetleri arasında doğrusal bir ilişki sağlamaktadır.
- Lastik modelinde hizalama (aligning) momenti, yuvarlanma direnci ve devrilme (overturning) momentinin sıfır olduğu varsayılmaktadır.
- Lastik geometrisinin, otomotiv uygulamalarında ince dairesel bir disk olduğu varsayılarak lastik – yol arasındaki kontak kuvveti tek noktadan temasın olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.

1.3. Fiala Lastik Modeli

Fiala lastik formülasyonuna dayalı bir lastik modelidir.

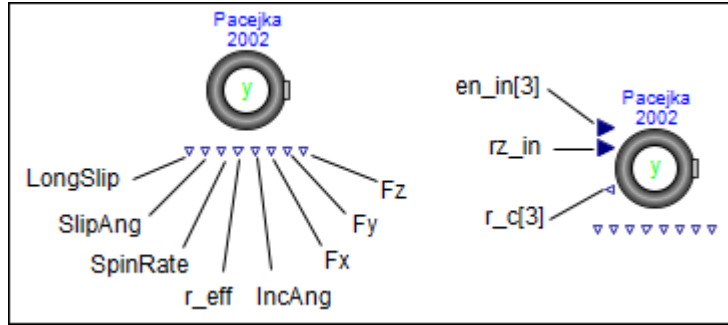


Şekil 4 Fiala Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- Lastik boylamsal ve yanal karakteristiğinin etkisinde türetilen formülasyona dayanmaktadır.
- Kontak kuvveti, lastik – yol arasındaki kontakın tek noktadan olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.
- Lastik kuvvetlerinin hesabında kamber açısının etkisi dahil edilmemektedir.

1.4. Pacejka 2002 Lastik Modeli

Pacejka 2002 formülasyonuna dayalı bir lastik modelidir.

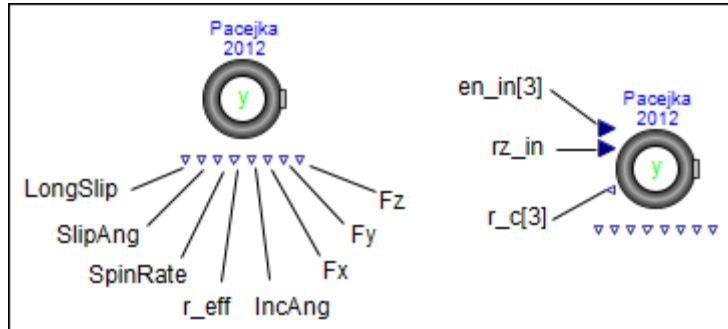


Şekil 5 Pacejka 2002 Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- Pacejka lastik modeli, lastik – yol arasındaki kontak noktasında üretilebilecek kuvvetler için birden fazla katsayı ile karakterize edilmektedir. Kullanılan 130 katsayı, farklı denklemler içerisinde kullanılarak lastik karakteristiği ölçülebilmektedir.
- Kontak kuvveti, lastik – yol arasındaki kontağın tek noktadan olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.

1.5. Pacejka 2012 Lastik Modeli

Pacejka 2012 formülasyonuna dayalı bir lastik modelidir.

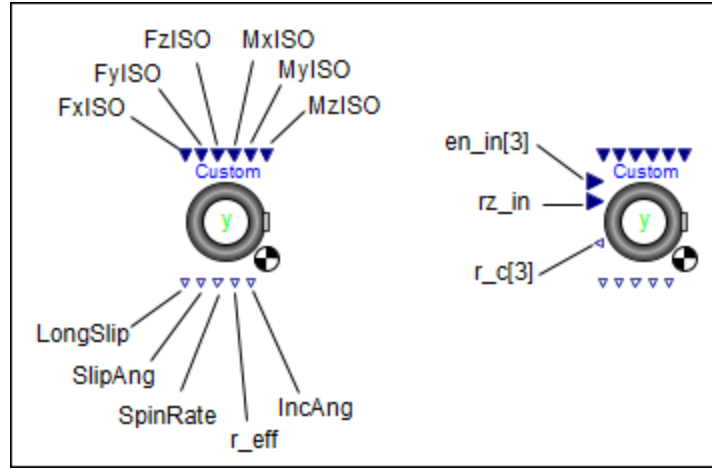


Şekil 6 Pacejka 2012 Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- Pacejka lastik modeli, lastik – yol arasındaki kontak noktasında üretilebilecek kuvvetler için birden fazla katsayı ile karakterize edilmektedir. Kullanılan 180 katsayı, farklı denklemler içerisinde kullanılarak lastik karakteristiği ölçülebilmektedir.
- Kontak kuvveti, lastik – yol arasındaki kontağın tek noktadan olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.

1.6. Custom Lastik Modeli

Kullanıcı tanımlı lastik modelini temsil etmektedir.



Şekil 7 Custom Lastik Modelinin Elements İçerisindeki Gösterimi

- Custom lastik modeli, kullanıcının lastik – yol arasındaki kontak alanında oluşan kuvvet ve momentleri ISO eksenine göre harici olarak tanımlanmasını sağlayan ek girdiler içermektedir. Bu kuvvet ve momentleri hesaplamak için boylamsal kayma veya kayma açısı gibi çıkış değerleri kullanılabilir.
- Kontak kuvveti, lastik – yol arasındaki kantağın tek noktadan olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır.

2. REFERANS

- Advanced Training in Elements Documentation
- Elements Help Documentation