Ricerche di Higgs composto a LHC ed oltre

Daniele Barducci

A. Belyaev, M.S. Brown, S. De Curtis, S. Moretti and G.M. Pruna

Basato su: JHEP 1309 (2013) 047 e JHEP 1402 (2014) 005

Universitá di Southampton e Istituto NExT

IFAE 2014 - Incontri di Fisica delle Alte Energie, L'Aquila
10 Aprile 2014

Introduzione

Lo Standard Model é completo?

Sappiamo che una particella di tipo Higgs e' stata scoperta al Large Hadron Collider

I dati accumulati mostrano (dis)accordo col Modello Standard

Introduzione

Lo Standard Model é completo?

Sappiamo che una particella di tipo Higgs e' stata scoperta al Large Hadron Collider

I dati accumulati mostrano (dis)accordo col Modello Standard

Nonostante cio' molti sono i problemi che affliggono il Modello Standard, sia teorici che sperimentali

Teorici

- Fine tuning
- Grande unificazione

Sperimentali

- Materia oscura
- Massa dei neutrini

Introduzione

Lo Standard Model é completo?

Sappiamo che una particella di tipo Higgs e' stata scoperta al Large Hadron Collider

I dati accumulati mostrano (dis)accordo col Modello Standard

Nonostante cio' molti sono i problemi che affliggono il Modello Standard, sia teorici che sperimentali

Teorici

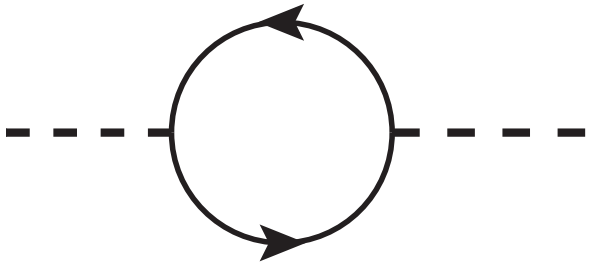
- Fine tuning
- Grande unificazione

Sperimentali

- Materia oscura
- Massa dei neutrini

Da un punto di vista teorico la regolazione fine e' una delle maggiori motivazioni per la ricerca di fisica oltre il MS

Scenari di Higgs composto

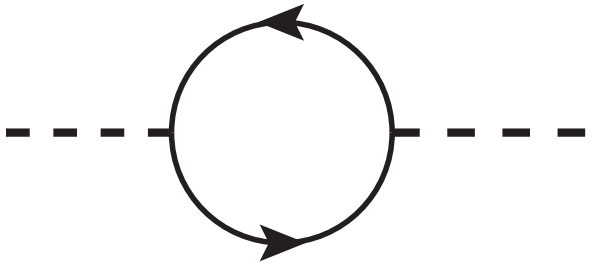


$\propto \Lambda^2$

L'instabilitá della massa dell'higgs sotto correzioni radiative richiede la protezione da parte di una simmetria

Supersimmetria:
copie delle particelle SM stabilizzano la massa dell'Higgs

Scenari di Higgs composto

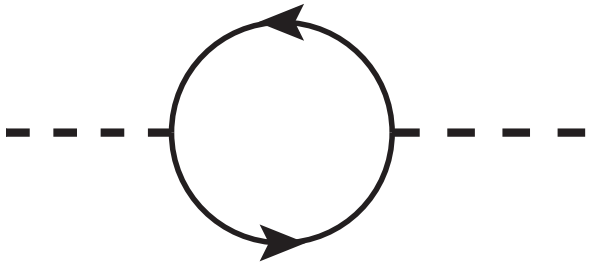


$\propto \Lambda^2$

L'instabilitá della massa dell'higgs sotto correzioni radiative richiede la protezione da parte di una simmetria

Simmetria di Goldstone:
Higgs leggero in quando pseudo bosone di Goldstone

Scenari di Higgs composto



$\propto \Lambda^2$

L'instabilitá della massa dell'higgs sotto correzioni radiative richiede la protezione da parte di una simmetria

Simmetria di Goldstone:
Higgs leggero in quando **pseudo bosone di Goldstone**

Idee di base

- Higgs come PNGB dalla rottura spontanea di una simmetria in un settore fortemente interagente a una scala $f \simeq 1$ TeV
  Georgi et al.: Phys.Lett.B136 (1984) 183
- Rottura spontanea di SO(5)/SO(4): coset economico, soltanto 4 bosoni di Goldstone
  Agashe et al.: Nucl.Phys. B719 (2005) 165-187

Possibili segnature

Risonanze ρ | Vector Like Quark | Settore di Higgs

- Pesanti, vincolate dai test di precisione elettrodeboli
- Debolmente accoppiate a quark leggeri e leptoni

Possibili segnature

Risonanze ρ | **Vector Like Quark** | Settore di Higgs

- Alla scala del TeV, zona testabile da LHC
- Ricca fenomenologia con piú di un VLQ nello spettro

Possibili segnature

Risonanze ρ | Vector Like Quark | **Settore di Higgs**

- Modifica degli accoppiamenti dell'Higgs
- Alterazione dei rate di produzione e decadimento

Possibili segnature

Risonanze ρ | Vector Like Quark | **Settore di Higgs**

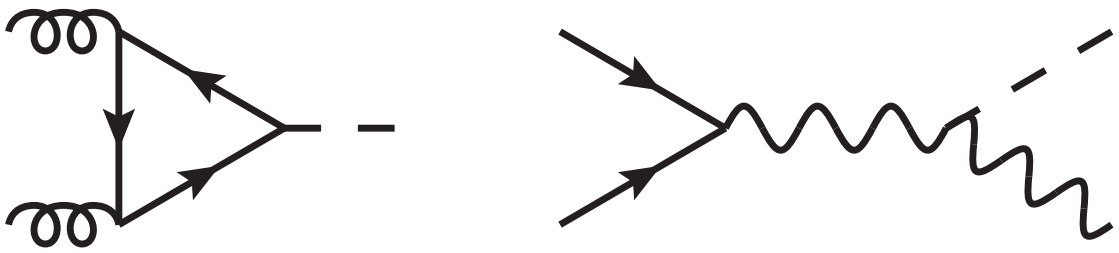
- Modifica degli accoppiamenti dell'Higgs
- Alterazione dei rate di produzione e decadimento

Usiamo come framework il modello 4D Composite Higgs

De Curtis et al.: JHEP 1204 (2012) 042

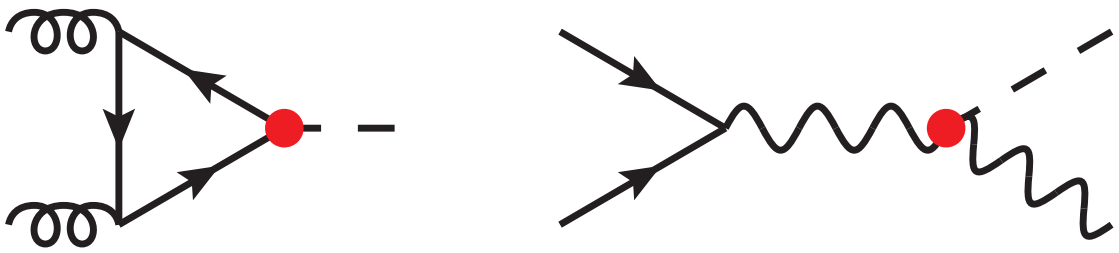
- Formalismo CCWZ per una lagrangiana di bassa energia
- Rottura SO(5)/SO(4): un solo scalare, il bosone di Higgs
- 5 Z' e 3 W' introdotti col metodo delle *hidden local symmetries*
- 4 multipletti di SO(5) di extra fermioni
- Potenziale e massa di Higgs generati dinamicamente attraverso correzioni radiative

Settore di Higgs



Sorgenti di modifiche

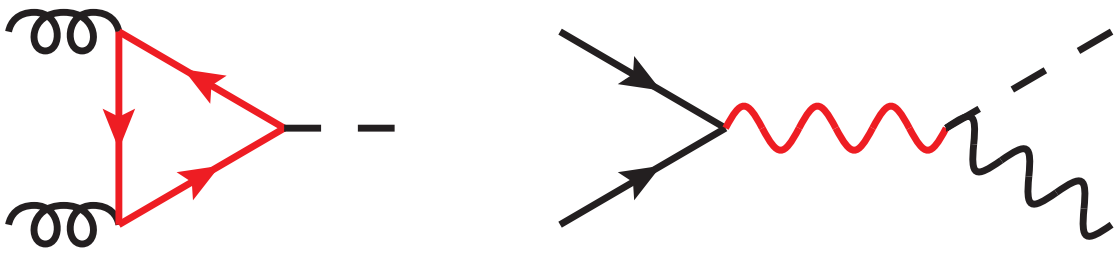
Settore di Higgs



Sorgenti di modifiche

- Modifica agli accoppiamenti dell'Higgs, $\xi = v^2/f^2$
  - $g_{ffH}/g_{ffH}^{SM} = (1-2\xi)/\sqrt{1-\xi}$
  - $g_{VVH}/g_{VVH}^{SM} = \sqrt{1-\xi}$

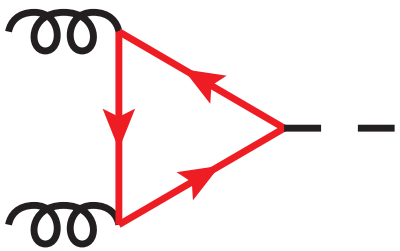
Settore di Higgs

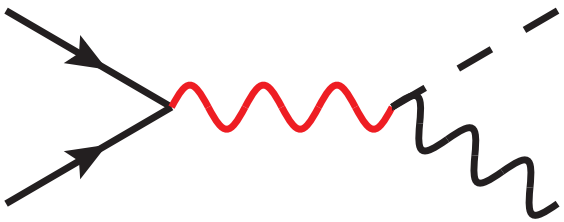


Sorgenti di modifiche

- Modifica agli accoppiamenti dell'Higgs, $\xi = v^2/f^2$
  - $g_{ffH}/g_{ffH}^{SM} = (1-2\xi)/\sqrt{1-\xi}$
  - $g_{VVH}/g_{VVH}^{SM} = \sqrt{1-\xi}$
- Extra particelle che intervengono nei diagrammi

Settore di Higgs





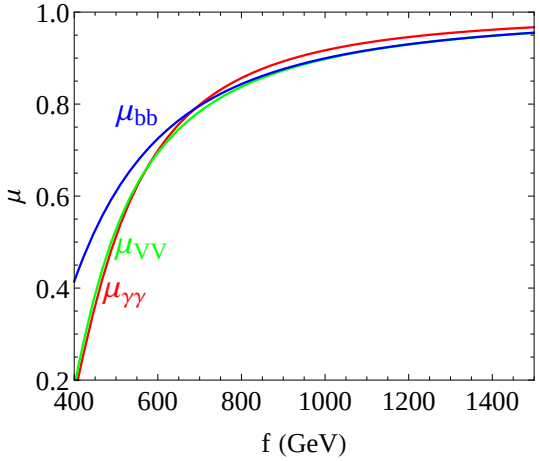
Sorgenti di modifiche

- Modifica agli accoppiamenti dell'Higgs, $\xi = v^2/f^2$
  - $g_{ffH}/g_{ffH}^{SM} = (1-2\xi)/\sqrt{1-\xi}$
  - $g_{VVH}/g_{VVH}^{SM} = \sqrt{1-\xi}$
- Extra particelle che intervengono nei diagrammi

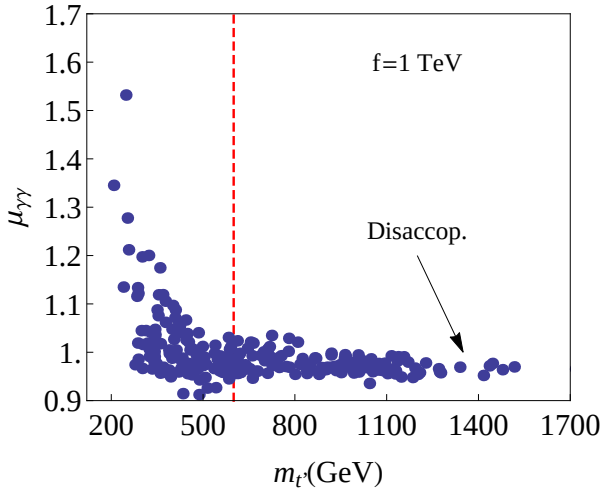
Studiamo i rate di produzione

$$\mu_{Y'Y} = \frac{\sigma_{pp_{Y'}\to H} \cdot Br_{H\to YY}}{\sigma^{SM}_{pp_{Y'}\to H} \cdot Br^{SM}_{H\to YY}} = \frac{\kappa^2_{Y'}\kappa^2_{Y}}{\kappa^2_{H}} \qquad \kappa_i^2 = \frac{\Gamma(H\to ii)}{\Gamma^{SM}(H\to ii)}$$

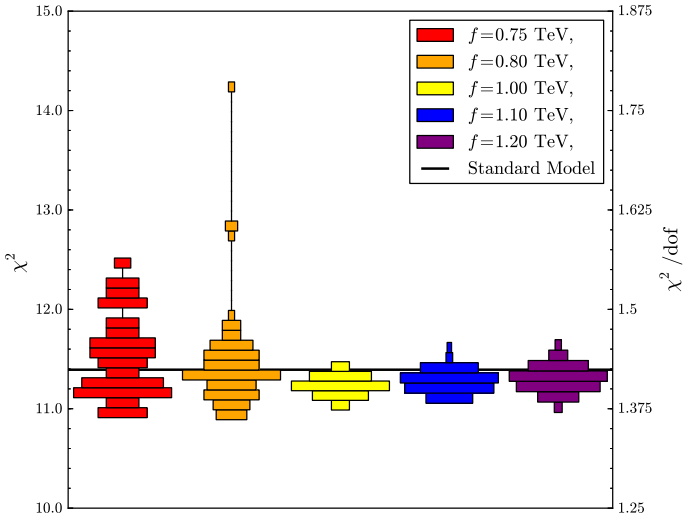
Disaccoppiamento



Spettro completo

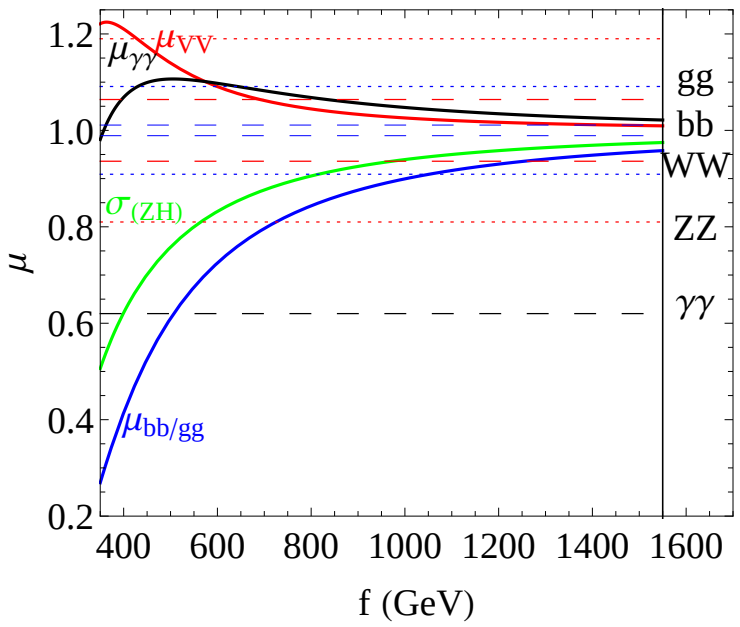


Compatibilitá con i risultati di LHC a 8 TeV

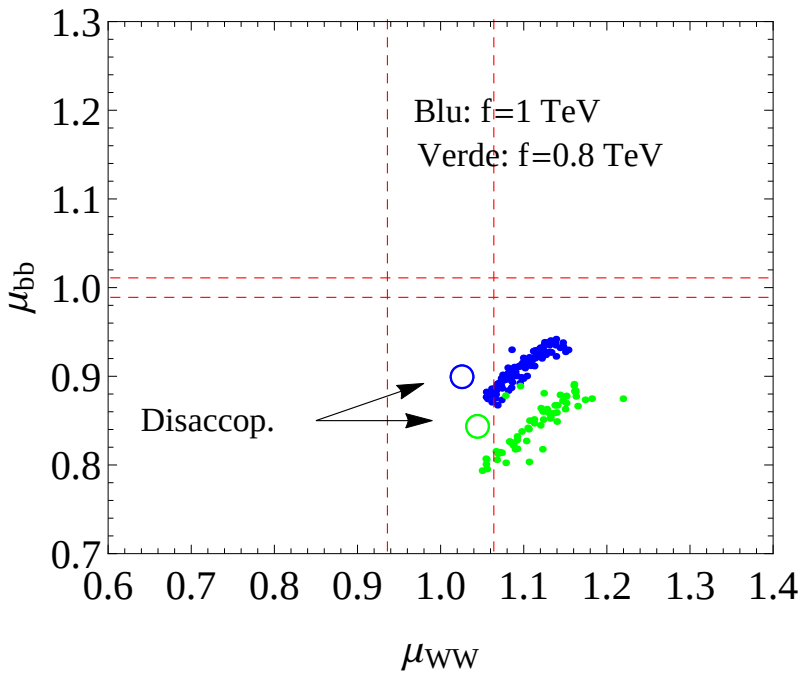


Previsioni per collider lineari

Disaccoppiamento



Spettro completo



Linear Collider a 250 GeV
Produzione in Higgs-Strahlung

Conclusioni

- I modelli con Higgs composto mostrano compabilitá con i risultati sperimentali di LHC
- Futuri linear collider (fabbriche di Higgs) potranno testare con precisione gli accoppiamenti del bosone di Higgs
- Effetti di spettro finito del modello non trascurabili rispetto al limite asintotico

- Il Settore fermionico dei modelli composite presenta un ricco spettro
- Necessario reinterpretare le ricerche dirette di ATLAS e CMS sui VLQ

DB, A.Belyaev, M. Buchkremer, G. Cacciapaglia, A. Deandrea, S. De Curtis, J. Marrouche, S. Moretti and L. Panizzi, **Model Independent Analysis of Scenarios with Multiple Vector-like Quarks**, arXiv:1404:xxxx

Grazie per l'attenzione!