



*On Magnetic Burst Mechanisms*

C.P.C. Elenbaas

# On magnetar burst mechanisms

by Chris Elenbaas

## Samenvatting (NL):

In dit proefschrift, getiteld 'On magnetar burst mechanisms', trachten we verschillende ontstekings- en emissiemechanismen van magnetar uitbarstingen te beschrijven door het ontwikkelen van theoretische modellen en het vergelijken van daaruit voortgekomen voorspellingen met observaties.

In Hoofdstuk 2, evalueren we de spontane ontwikkeling van een lineaire *tearing instability* (scheurinstabiliteit), in een globaal vervormde magnetisch veld, als ontstekingsmechanisme voor magnetar *giant flares* (i.e. de meest energetische magnetar uitbarstingen). Zodoende leiden we de groeitijd van de *tearing mode* af in een relativistische magnetosfeer en vergelijken deze met de geobserveerde karakteristieke tijdschalen van de impulsieve fase van een giant flare. Daarin worden we beperkt door de vrijgekomen energie van de giant flare en de afgeleide kracht van het dipool magnetische veld van de bron. Derhalve zijn we in staat de dimensies van de reconnectie zone te herleiden, onder de assumptie dat de *rise-time* (rijstijd, i.e. de karakteristieke tijd waarin de lichtcurve van de uitbarsting exponentieel toeneemt.) van de giant flare direct gerelateerd is aan de groeitijd van de instabiliteit.

In Hoofdstuk 3, onderzoeken we een emissiemodel dat is voorgedragen als een beschrijving van de hoge-energie emissie (>250 keV) welke kort na de initiële harde gamma-straling piek van de giant flare van SGR 1806-20 is geobserveerd. Het was verondersteld dat een grote uitgebreide corona bestaande uit relativistische electron-positron paren, een fractie van de lage-energie fotonen verstrooit. Met als bijkomstigheid dat deze fractie van lage-energie fotonen niet langer anti-isotrope zijn, maar isotrope door de ruimte voortbewegen. Het was geponereerd dat deze beschrijving consistent was met de afwezigheid van een duidelijk pulserend signaal in de waargenomen hoge-energie component. Wij verifiëren dat de

hoge-energie data consistent is met de afwezigheid van een pulserend signaal. Echter we leiden daarnaast af dat de Compton verstrooiing van lage-energie fotonen er niet toe leidt dat deze vervolgens isotrope door de ruimte voortbewegen, i.e. de voortplanting van de fotonen blijft anti-isotrope. Bovendien tonen we aan dat de aanwezigheid van zulk een energetische en uitgebreide electron-positron corona onwaarschijnlijk is. We dragen een alternatief model aan, waar de hoge-energie fotonen het gevolg zijn van synchrotron-straling van geaccelereerde deeltjes in een schok welke voortgebracht wordt door de botsing van een reconnectie afvoer met de uitstroom vanaf het oppervlakte van de neutronen ster.

In Hoofdstuk 4 bediscussiëren we de resultaten van de data analyse procedure uitgevoerd door Huppenkothen et al. 2015. Huppenkothen et al. 2015 hebben op een succesvolle wijze een groot aantal complexe magnetar uitbarstingen gemodelleerd als zijnde superposities van simpelere piek-achtige uitbarstingen, waarbij het aantal van zulke pieken per uitbarsting ook een parameter is van de inferentie. Hierdoor hebben ze de a-posteriori distributies van de modelparameters kunnen verkrijgen, waaruit ze de differentiële distributies van verscheidene grootheden hebben afgeleid en mogelijke correlaties tussen modelparameters hebben onderzocht. Wij hebben vervolgens deze data vergeleken met voorspellingen gegrond op SOC systemen en correlaties tussen cruciale fysische grootheden gebaseerd op verschillende ontstekingsmechanismen voor magnetar uitbarstingen.

In Hoofdstuk 5 evalueren we de condities waaronder een faseafhankelijkheid in de magnetar uitbarstingen detecteerbaar is, gegeven dat de emissie lokaal wordt uitgezonden vanaf de oppervlakte van de ster. We construeren een eenvoudig model welke de geometrie van het systeem, de relativistische afbuiging van licht en de intrinsieke eigenschappen van een uitbarsting in acht neemt. Vervolgens genereren we een serie aan fase-afhankelijke uitbarstingen, waarbij we input parameters bepalen, en bestuderen we de resulterende fasedistributies van de parameters van de uitbarstingen. Zodoende zijn we in staat te onderzoeken in hoeverre een faseafhankelijkheid detecteerbaar is en

vinden we dat zelfs in bepaalde sterk fase-afhankelijke scenarios, de faseafhankelijkheid onontdekt kan blijven. Bovendien, beargumenteren we dat er voor bepaalde configuraties een minimum aantal uitbarstingen vereist is om een mogelijke faseafhankelijkheid uit te sluiten.